19878/B

2962

~~606~~

606.

III. J. 427

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b29310283

TRAITÉS ET DÉCOUVERTES

SUR

LA PHYSIOLOGIE

DE LA MÖELLE ÉPINIÈRE

PAR

I. VAN DEEN,

DOCTEUR EN MÉDECINE, MEMBRE DE LA SOCIETÉ ROYALE DE MÉDECINE à COPENHAGUE ET DE LA SOCIETÉ DE MÉDECINS à HAMBOURG.

Traduits du hollandais, augmentés de nouvelles recherches qui n'ont pas été publiées

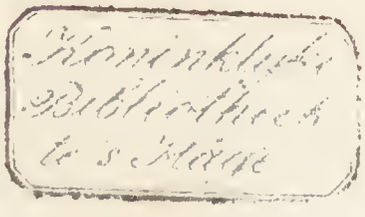
ET D'UNE

PLANCHE LITHOGRAPHIÉE.

LEIDE,

S. ET J. LUCHTMANS.

1841.



WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

PRÉFACE.

Le succès que mes précedentes recherches ont obtenus et le cercle borné dans lequel on comprend la langue hollandaise, m'ont fait prendre la résolution de donner en français mes deux traités sur la moëlle épinière.

Depuis que ces traités ont paru en hollandais, (le premier en 1838, le dernier en 1839,) MAGENDIE *a éclairci par un fait remarquable la théorie de* BELL. *Il a prouvé que les racines antérieures de nerfs sont aussi bien pour le sentiment, que pour le mouvement, et qu'elles reçoivent cette prémière propriété par leur rapport avec les nerfs de sentiment. Cette importante observation fut cause que je répétai encore une fois mes recherches sur la moëlle épinière, et je découvris promptement que* les cordons antérieurs de la moëlle épinière sont aussi bien pour le sentiment que pour le mouvement, et que la substance grise dans les cordons anté-

rieurs est cause qu'ils peuvent transporter les impressions de sentiment.

Les expériences faites à ce sujet, sont décrites dans le SECOND SUPPLÉMENT *que j'ai placé à la fin du second traité. — On verra encore par là, qu'en répétant quelques autres expériences, j'ai obtenu de nouveaux résultats plus clairs, tandis que j'y ai de plus ajouté la description de quelques nouvelles expériences que j'ai faites, et qui n'ont pas été communiquées dans ces deux traités.*

Ces découvertes et quelques considérations sur une partie de la théorie de CARUS *concernant la réaction des fibres centrifuges par les centripètes, ainsi que l'examen ultérieur sur les recherches de* VALENTIN, *m'ont fait comprendre que les résultats de quelques unes de mes expériences sont susceptibles d'une meilleure explication, que celle que j'en ai donnée.*

Dans le même supplément j'expliquerai comment j'ai changé d'idée à ce sujet.

Néanmoins je donne ces traités comme ils ont paru dans le temps en hollandais. Ils étaient déja presque entièrement imprimés avant

que j'eusse achevé mes dernières découvertes. Ce qu'il y a de remarquable dans ces expériences offrira beaucoup d'intérêt et donnera sûrement aux physiologistes ample matière pour faire des recherches ultérieures.

En attendant, il m'est très-agréable d'avoir moi-même découvert que quelques unes de mes précédentes hypothèses sont peu fondées: la vérité en est par là plus admissible, que si la critique d'autrui l'avait fait remarquer; et le lecteur devra voir que je ne suis pas moins disposé à rechercher mes propres erreurs que celles des autres; seul reméde par lequel j'espère enfin approcher de la vérité, autant qu'il est en mon pouvoir, et être de quelque utilité aux scienses.

Pour eclaircir davantage la description des expériences, j'ai joint à cette traduction en français une planche lithographiée qui représente quelques opérations principales sur la moëlle épinière.

Par un extrait que HENLE *a donné de mon premier traité dans les* annales de Schmidt *et*

les Notices de Froriep *mes premières expériences sur la moëlle épinière sont généralement connues et adoptées en Allemagne.*

Ces expériences n'ont pas fait tant d'éclat qu'en 1831 celles de J. Müller *sur les racines antérieures et postérieures de nerfs; mais elles n'ont pas moins trouvé accès chez les Physiologistes, même dans le rapport annuel des* Archives de Müller, *on a regardé mes preuves comme suffisantes, quoique dans ces archives on se montre peu disposé, à faire connaître mes expériences au public. Car comment expliquerai-je à d'autres qu'on renvoie le lecteur aux expériences mêmes, en disant qu'elles n'ont paru qu'en Hollandais. Le rapporteur n'a-t-il pas connu la traduction de* Henle? (*)

(*) Il dit. » Durch Versuche mit Fröschen ist es van Deen gelungen nun auch für die Stränge des Rückenmarks den Beweis zu liefern, dass die hinteren nur centripetal (Empfindungen bedingend), die vorderen centrifugal (Bewegungen hervorrufend) leiten. In beziehung auf die Versuche selbst, die dieser wichtige Satz darthut, muss ich auf die bis jetzt nur im Holländischen erschienene Arbeit verweisen." *Archives de Müller 1839.* pag. CLVI.

Je puis encore moins comprendre que MÜLLER *même, comme éditeur de ces Archives, ait autorisé un pareil silence. Car déja en 1838 il connaissait par mes lettres la plupart de mes expériences, dans le même temps que j'en étais occupé, et il me fit connaître dans sa réponse son intérêt particulier à ces expériences; c'est pourquoi je l'invitai précisément à cause de cette dernière raison à vouloir en placer promptement un extrait dans son journal.*

Je m'étais flatté, que MÜLLER, *pour l'intérêt de la chose, l'aurait déja placé dans le rapport annuel de 1838. Il ne l'a pas fait, et il n'a pas eu soin que cela eût lieu dans celui de 1839.*

Ce singulier silence de MÜLLER *m'a surpris, mais pas autant que le langage de* KUERSCHNER. *Car celui-ci, sans connaître mon premièr traité original et sans avoir lu exactement l'extrait de* HENLE, *a cherché dernièrement à jeter du doute sur mes preuves, et de proposer d'autres expériences qu'il regarde comme plus propres à prouver la chose; tandis que les expériences qu'il propose sont avec peu de variations les mêmes que*

celles que j'ai décrites et dans lesquelles j'ai justement montré qu'elles sont moins décisives que les autres que j'ai faites, et que HENLE *dans son extrait a aussi communiquées; mais que* KUERSCHNER *parait n'avoir pas observées.*

Suivant mes dernières découvertes dans le second traité et dans le second supplément, il est superflu de contredire KUERSCHNER; *mais je crois par cela prévenir toutes les méprises possibles, tandis que c'est aussi un encouragement pour les savants de lire mes expériences dans mon prémier traité et de les comparer à celles de* KUERSCHNER. *Pour faciliter cette comparaison, j'ai placé tout le traité de cet auteur à la fin de ce livre, et j'y ai ajouté ça-et-là quelques observations. — Je ne veux pas attribuer à* KUERSCHNER *une mauvaise intention, mais une grande imprudence dans ce procédé.*

J'ai augmenté aussi ce livre de quelques remarques sur les expériences de LONGET *faites par le* galvanisme, *et communiquées à l'Académie des sciences de Paris, le 28 Décembre 1840.*

ZWOLLE, Février 1841. I. VAN DEEN.

INDICATION DE MATIÈRES.

PREMIER TRAITÉ.

Sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière (publié en 1838). . . . . pag. 1.

DEUXIÈME TRAITÉ.

Decouvertes récentes sur les propriétés de la moëlle épinière, spécialement sur la circulation de nerfs (publiées en 1839). . . . . » 39.

INTRODUCTION. . . . . » 41.

PREMIÈRE SECTION. Confirmation de la doctrine de Bell, concernant les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière. . . » 42.

Explications des expériences. . . . » 79.

SECONDE SECTION. Demonstrations ultérieures de l'existence d'une *circulatio nervea* ou *vis nervea* dans la moëlle épinière. . . . . » 91.

EXPLICATIONS ET CONSÉQUENCES DES EXPÉRIENCES DÉCRITES. . . . . pag. 110.

SUPPLÉMENT. . . . . » 160.

SECOND SUPPLÉMENT.

Contenant les recherches que j'ai faites dernièrement et qui n'ont pas encore été publiées. . » 166.

EXPLICATION DE LA PLANCHE. . . . . 201.

Traité original de KUERSCHNER avec mes observations sur ce traité. . . . . pag. 206.

Quelques remarques sur les expériences de LONGET faites par le *galvanisme*. . . . . pag. 221.

PREMIER TRAITÉ.

SUR

LES CORDONS ANTÉRIEURS ET POSTÉRIEURS

DE LA

MOËLLE ÉPINIÈRE.

Inséré en 1838 dans le Journal d'histoire naturelle et de physiologie (Tijdschrift voor natuurlijke geschiedenis en physiologie).

TRAITÉ

SUR

LES CORDONS ANTÉRIEURS ET POSTÉRIEURS DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE.

C'est principalement à l'importante théorie de l'ingénieux Charles Bell, definitivement prouvée par la démonstration de J. Müller et Panizza, que nous sommes redevables des étonnants progrès, qu'a fait dans les derniers temps la physiologie des nerfs.

Cette théorie est la grande clef, qui nous ouvre l'entrée d'une quantité de lieux obscurs; le fil, qui nous guide dans l'immense labyrinthe de symptômes, où l'on errait d'une hypothèse à l'autre, et qui maintenant s'offre graduellement à nos yeux comme un chemin connu.

Depuis qu'on sait, que les nerfs cérébro-épinales sont composés de nerfs *sensitifs* et *moteurs;* depuis que l'on connait le lieu, où les uns et les autres sont placés, on a su examiner distinctivement ces sortes de nerfs et définir leurs diverses propriétés. C'est ce dont se sont occupés plusieurs physiologues et spécialement J. Müller.

Et ce n'est pas seulement dans la connaissance

des nerfs de la vie animale, que l'on a fait des progrès aussi rapides; la découverte de Bell a encore donné lieu à des vues plus claires sur la doctrine des nerfs organiques. Sans elle je n'aurais jamais conçu l'idée de l'influence des nerfs sensitifs et moteurs sur le *N. Sympathicus*, et réciproquement de ce dernier sur les précédents, savoir que le rapport entre les nerfs de la vie animale, et le *N. symphaticus* donne aux premiers des facultés organiques et aux *N. symphaticus* des facultés sensitives et motrices (*). La doctrine de Bell nous a d'ailleurs fait entrevoir plus clairement certaines fonctions de la moëlle épinière, car sans cette doctrine, Marshal Hall ne nous aurait point donné une idée si juste

---

(*) Cette théorie, que j'avais déjà communiquée verbalement à G. Sandifort, J. van der Hoeven et H. Schlegel vers le milieu de l'année 1833, se trouve développée dans mon Traité, *De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae* (plublié dans les premiers jours de février, 1834); et j'eus bientot la satisfaction, de voir, que J. Müller semblait l'adopter presqu'entièrement, dans son *Handbuch der Physiologie*, *1er Theil*, *2 Abtheilung* pag. 646—652, qui a paru plusieurs mois plus tard. Aux arguments, dont j'avais appuyé mon opinion, et que je retrouvai presque tous dans son ouvrage, cet auteur a fort heureusement joint une preuve matérielle, en renvoyant le lecteur à une observation anatomique de Retzius, que Müller avait trouvée exacte. Ce dernier cependant ne hazarda pas alors, comme je l'avais fait, de déclarer définitivement son opinion à ce sujet, mais il invite les savants à faire des

du rapport particulier, qui existe entre les nerfs sensitifs et moteurs, moyennant la moëlle épinière (le mouvement de réflexion).

Quoique cette doctrine nous ait fait faire des progrès considérables dans la science, et qu'elle ait directement ou indirectement répandu de grandes lumières sur divers problèmes, on n'a jusqu'à présent pu obtenir la solution de celui, qui est le plus étroitement uni à la doctrine de Bell, car on ne sait pas encore exactement, s'il existe entre les diverses parties de la *moëlle épinière* la même différence, qu'entre les nerfs, qui y prennent leur origine; et l'on ignore également jusqu'à présent l'endroit, où cette différence auroit lieu, soit entre les cordons antérieurs et postérieurs, soit entre la *substantia corticalis* et la *substantia cinerea.*

Bell lui-même a pensé, que les cordons antérieurs et postérieurs ont les mêmes rapports, que les nerfs, qui en émanent, savoir, que les premièrs sont uniquement moteurs, et les autres uniquement sensitifs; Magendie, qui adopte la même opinion, croyait d'abord l'avoir trouvée confirmée par les expérien-

---

recherches microscopiques, pour arriver à une solution complète de cette question. R. Remak a satisfait à cette invitation, et ma théorie est maintenant parfaitement prouvée par un fait matériel et indubitable (*).

(*) Récemment le célebre Valentin a révoqué en doute l'existence de deux systèmes de nerfs différents. (Note, *jointé à la traduction française*)

ces, qu'il avait faites, mais il a reconnu ensuite, que ces expériences n'avaient point donné un résultat évident.

Schoeps et Seubert croyaient, pouvoir prouver par des expériences, que les cordons antérieurs sont *principalement* destinés au mouvement, et les cordons postérieurs *principalement* au sentiment. Bellingeri prétendait, sans alléguer des preuves pour appuyer son opinion, que la substance grisâtre était uniquement pour le sentiment, et la substance corticale uniquement pour le mouvement, tandis qu'il cherchait à réunir à cette idée une théorie singulière, savoir que les *funiculi posteriores* avec leurs *radices nervorum* dominaient le mouvement extensif, et les *funiculi anteriores* avec leurs *radices nervorum* le mouvement flexible. De toutes les expériences celles de notre compatriote Backer semblent avoir eu les résultats les plus satisfaisants; néanmoins elles n'ont pas fait obtenir une décision définitive de la question.

J. Müller, qui a tant contribué à dissiper jusqu'au moindre doute sur la vérité de la théorie de Bell, ne donna qu'un faible espoir d'une parfaite solution du probléme sur la moëlle épinière. Son ouvrage cité, *Handbuch der Physiologie*, renferme à la page 633 les paroles suivantes: » *So difinitiv nun die Verschiedenheit der vordern und hintern Wurzeln in Hinsicht der sensibeln und motorischen Eigenschaften erwiesen ist, so wenig ist dieser Unterschied in Hinsicht der*

vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarks erwiesen. Ich habe diess schon in meinem französichen Memoire *in den* Annales des sciences natur. 1831 *bemerkt.*" Et un peu plus loin: » *Uebrigens ist es kaum möglich, über diese Frage genaue Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei der Intention, auf die hintern Stränge durch Schnitt zu wirken, ohne es zu wollen, durch Druck auf die vorderen wirkt.*"

Müller dit page 795, » *Was alle Experimente über die vorderen und hinteren Stränge unsicher macht, ist die Reflexions-fähigkeit des Rückenmarks, eine sensorielle Affection nach dem motorischen Apparat zu verpflanzen. Wenn, zum Beispiel, die vordern Stränge wirklich allein motorisch, die hintern bloss sensoriell sind, so müsste doch eine Verletzung der hintern Stränge leicht schon deswegen durch Mitaffection der vordern Stränge Zuckungen bewirken, weil das Rückenmark bei allen heftigen Verletzungen in den reflectirenden Zustand geräth, wo dann jede Reizung der sensoriellen Nerven auf Rückenmark verpflanzt, sich auf die motorischen Nerven reflectirt.*"

Müller s'exprime dans les mêmes termes dans la 3éme édition de sa Physiologie (pages 657 et 816), qui vient d'etre publiée, et que je n'ai reçue, que lorsque mon traité etait sous presse (*).

(*) Août. 1838.

Ainsi malgré les grands progrès, que la physiologie a fait de notre temps, par la preuve définitive de la doctrine de Bell, nous ne sommes avancés de rien dans un espace de sept années, pour ce qui concerne l'application de cette doctrine à la moëlle épinière. Aussi nous ne pouvons guère nous étonner, que la question ait été si long-temps douteuse, puisqu'après la déclaration d'une autorité telle, que celle de J. Müller, tout le monde a dû renoncer à l'espoir, de la voir jamais résolue. Moi-même j'ai toujours douté de cette solution, et je n'ai récemment songé à faire des expériences, que pour me convaincre par moi-même de toutes les difficultés, et pour essayer jusqu'à quel point, ces expériences pourraient me fournir des résultats satisfaisants; parceque je ne pouvais m'empêcher, de croire, que dans les derniers temps la question avait été trop négligée. Une circonstance, qui m'engagea davantage à entreprendre cette tâche, c'est que je ne connaissais guère d'expériences faites sur *des grenouilles*, tandis qu'il me semblait, que ces expériences sont précisément les plus faciles à faire, et les plus sûres, pour décider cette question difficile. *Je résolus donc de prendre la moëlle épinière des grenouilles pour objet de mes recherches*, et de faire sur cet objet une série d'expériences. Les résultats ont surpassé mon attente, et m'ont fourni la preuve évidente, *que les cordons postérieurs de la moëlle épinière sont destinés* UNIQUEMENT AU SENTIMENT, *et que les cordons antérieurs le sont* UNIQUEMENT AU MOUVEMENT.

Pour ce qui concerne les graves difficultés que fait observer J. Müller et qui ont probablement empêché les savants de pousser plus loin l'examen de la question, je dirai en premier lieu, que j'ai arrangé quelques-unes de mes expériences de manière à ce que la *pression*, qu'on avait tant redoutée, ne produisît pas le moindre empêchement; et pour ce qui regarde le *mouvement de réflexion*, qui semble rendre l'examen presqu'impossible, il est vrai que ce phenomène rend très-difficiles quelques expériences, mais pour plusieurs autres il est en revanche fort propre à résoudre la question avec une évidence frappante.

Outre quelques expériences galvaniques, ce sont pour la plûpart des expériences mécaniques que j'ai faites; quelques-unes de ces dernières ont été exécutées après que le canal de l'epine eut été ouvert par devant, d'autres, après que ce canal eut été ouvert par derrière. J'ai fait ces expériences à diverses reprises, et toujours avec le meilleur succès, pourvu quelles fussent bien exécutées. C'est pourquoi j'invite chacun à réitérer ces expériences, afin de se convaincre par soi-même de la vérité.

Les grenouilles jeunes, mais pas trop petites, me paraissent préférables aux vieilles, pour faire l'opération d'ouvrir par devant la cavité de l'épine, parce que dans les jeunes grenouilles les corps des vertèbres se coupent plus vite et plus aisément avec une paire de ciseaux fins, mais assez forts. Cependant j'ai réussi dans les mêmes expériences, lors-

que je les ai faites sur de vieilles grenouilles.

Je commence par placer dans la bouche de l'animal une autre paire de ciseaux plus grands que ceux que j'emploie pour les *corpora vertebrarum ;* je coupe tout d'un trait, mais avec précaution toute la partie antérieure du corps, depuis la bouche jusqu'aux *ossa pubis*, et j'en retire tous les intestins jusqu'à ce que la surface antérieure de la colonne vertébrale soit entièrement à nu. Mais il faut agir avec la plus grande précaution en enlevant les rognons, de peur de couper les nerfs qui sont destinés aux pattes de derrière et qui doivent naturellement rester intacts (1).

Les grenouilles, ainsi privées de leurs intestins, n'en peuvent pas moins sautiller pendant quelque temps, aussi bien qu'avant l'opération ; toutefois j'ai coutume de passer de suite à l'ouverture du *canalis spinalis* (2), ce qui s'exécute aisément et en peu d'instants, de sorte qu'il n'y a que quelques minutes depuis le commencement de l'opération jusqu'au découvrement de la partie antérieure de la *medulla spinalis.*

L'ouverture de la colonne vertébrale par derrière s'exécute le mieux sur de grandes grenouilles.

---

(1) L'enlèvement des rognons n'est pas indispensable dans tous les cas.

(2) Cependant j'ai souvent fait ces expériences, après que l'animal, privé de ses intestins, avait marché pendant une demi-heure ou trois quarts d'heure.

Pour effectuer cette opération en peu de temps, et avec succés, il faut, pour empêcher la respiration, comprimer du pouce et de l'index de la main gauche la cavité pectorale sous les deux pattes de devant et saisir des trois autres doigts les deux pattes de derrière. En agissant de la sorte, l'animal est hors d'état de faire le moindre mouvement, qui pourrait faire glisser l'instrument qu'on tient de la main droite, et par là faire échouer l'entreprise.

Non-seulement j'ai obtenu par les expériences décrites ci-dessous, le résultat que j'avais en vue, mais elles m'ont fait découvrir encore plusieurs propriétés de la moëlle épinière, dont je parlerai dans la suite.

I. Si l'on irrite très-doucement la superficie antérieure de la moëlle épinière avec la point d'une aiguille ou d'un petit couteau très-fin, il en résulte toujours des mouvements de muscles dans les diverses parties du corps, à mesure qu'on a irrité différentes régions de la moëlle épinière. Si l'on fait l'irritation dans la région de la première vertèbre, il y aura mouvement de muscles dans la tête, et surtout dans la mâchoire inférieure; si on la fait dans la région de la seconde vertèbre, il y aura mouvement de muscles dans les pattes de devant et dans la poitrine; dans la région de la troisième vertèbre: mouvement des muscles du ventre; dans la région de la quatrième: mouvement dans les muscles inférieurs de l'abdomen et dans

les muscles supérieurs des cuisses ; dans la région de la cinquième vertèbre : mouvement dans la plupart des muscles des cuisses ; dans la région de la sixième vertèbre : mouvement dans presque tous les muscles des pattes de derrière. Mais l'irritation, dans la région des deux vertèbres suivantes et de *l'os sacrum* ne produisent aucun mouvement de muscles (1), à moins, que le *nervus coccygeus* (*nervus pudendus*) ne sortît de deux racines comme je l'ai observé plusieurs fois ; dans ce cas l'irritation de la moëlle épinière dans la région de la septiéme vertèbre est quelquefois suivie d'un mouvement de muscles dans les orteils.

Si l'on applique la même irritation du côté gauche sur le cordon antérieur de la moëlle épinière, il n'en résulte de mouvement que dans la partie gauche de l'animal ; si l'on irrite le cordon antérieur droit, ce mouvement ne se montre que dans la partie droite. Si au contraire on irrite la moëlle épinière dans la ligne intermédiaire, il en résulte des mouvements de muscles dans les deux parties de l'animal, et le lieu de ce mouvement répond toujours, avec peu de variation, (2) à la ré-

---

(1) Si, dans une grenouille qui n'a été privée d'aucune autre partie, on détruit *l'os coccygis*, *l'os sacrum*, la huitiéme et souvent même la septiéme vertèbre, avec la *medulla spinalis* qu'elles renferment, on n'observera presqu'aucun changement dans le mouvement de l'animal.

(2) Je dis *avec peu de variation*, car j'ai récemment obser-

gion où l'irritation de la moëlle épinière a été faite. Si l'on coupe avec précaution la moëlle épinière dans la *linea intermedia*, et si après cela on irrite, chacun à son tour, les *funiculi anteriores* separés, on obtient le même résultat qu'en irritant les deux différents cordons antérieurs, où il n'y a point eu de separation, ainsi qu'il a été dit plus haut (1).

II. Si l'on enfonce une lame fine à deux tranchants ou un cératotome verticalement au milieu dans l'un des côtés de la *medulla spinalis*, et si l'on avance très-prudemment cet instrument jusqu'au travers de l'autre côté, de sorte que la moëlle épinière soit fendue (2), et que les deux cordons antérieurs se

---

vé, que toutes les fibrilles de nerfs, qui sortent de la moëlle épinière sont destinées à se diviser en un certain nombre de nerfs, mais que cette division n'est pas égale dans les différents nerfs, et que tantôt l'un tantôt l'autre des nerfs reçoit un plus grand nombre de fibrilles. Voyez mes Remarques sur les *plexus nervorum*, insérées dans le Journal d'histoire naturelle et de physiologie (*Tijdschrift voor natuurlijke geschiedenis en physiologie*) Tom. V. pag. 294, 320.

(1) Pour me convaincre que j'irrite effectivement la moëlle épinière et non les racines de nerfs, je me sers toujours d'une loupe, afin de ne pas toucher aux nerfs.

(2) Il est bon que cette séparation se fasse dans la région de la 4ème ou 5ème vertèbre ; car comme on l'a vu plus haut, on peut de ce point opérer le plus efficacement sur les pattes de derrière, ou les phénomènes sont plus marqués que dans les autres muscles de la grenouille.

trouvent placés devant le cératotome, et les deux cordons postérieurs derrière cet instrument, si alors on laisse prudemment reposer ce dernier pendant quelques instants, il n'y aura pas le moindre mouvement de muscles lors qu'on irrite les cordons derrière le cératotome; mais le contraire aura lieu, lors qu'on irrite les cordons devant cet instrument.

III. Lorsqu'on a séparé les cordons antérieurs de la manière indiquée à l'expérience II, et qu'on les coupe ensuite, il y aura mouvement de muscles; mais cela n'aura pas lieu, lors qu'on coupe les cordons postérieurs.

Ces deux dernières expériences peuvent encore se faire de la manière suivante. On passe un fil et une aiguille très-fine au travers de la moëlle épinière entre les cordons antérieurs et postérieurs; on ôte l'aiguille en laissant le fil; on en noue les deux bouts, et l'on fait tirer prudemment ces derniers par une autre personne, tandis qu'on tient soi-même l'animal. Les bouts du fil doivent être tirés par dessus les cordons postérieurs, si la colonne vertébrale a été ouverte par derrière, ou par dessus les cordons antérieurs, si l'opération a été faite de devant.

IV. Lorsqu'on sépare partiellement les cordons antérieurs des postérieurs, et qu'on irrite les uns et les autres partout où ils sont séparés, on obtiendra les mêmes résultats qu'aux expériences II et III.

V. Lorsqu'on coupe les cordons antérieurs avec une lame fine, depuis le devant jusqu'au derrière, jusqu'au *canalis medullae spinalis*, sans trancher

les cordons postérieurs; lorsqu'on passe une soie mince dans la blessure, et qu'on la remue avec précaution vers les cordons postérieurs et vers les cordons antérieurs après que le poil a été descendu dans le *canalis medullae spinalis*, ou dans la *substantia cinerea*, on observera les mêmes résultats qu'on a obtenus aux expériences II, III et IV.

Cette dernière expérience se fait mieux de la manière suivante :

VI. On tranche la colonne vertébrale avec la *medulla spinalis* qu'elle renferme, dans la région de la 2ème ou 3ème vertèbre ; on sépare une vertèbre autour de la *medulla spinalis*, parce que cette dernière se contracte un peu dans le canal, lorsqu'on coupe la colonne ; ensuite on enfonce avec la plus grande précaution une soie ou une aiguille très-fine dans le *canalis medulla spinalis;* on porte ensuite la soie ou l'aiguille jusqu'aux cordons postérieurs ou antérieurs: alors on obtiendra le même résultat qu'aux expériences II, III, IV et V, tandis qu'on remarque en même temps qu'une irritation, faite avec précaution dans le canal de la moëlle épinière, ne provoque aucun mouvement de muscles.

VII. Si l'on introduit prudemment une soie ou une aiguille fine dans un *canalis spinalis* tranché de la manière décrite à l'expérience VI, entre la superficie antérieure de la *medulla spinalis* et la superficie postérieure des *corpora vertebrarum*, et si cette aiguille ou ce poil est remué doucement çà et là, on observera tout de suite des vibrations de

muscles; lors qu'au contraire on conduit une aiguille entre la superficie postérieure de la *medulla spinalis* et la superficie antérieure de *l'arcus vertebrarum*, et qu'on remue l'aiguille de la manière susdite, il n'en résultera aucun mouvement de muscles.

On peut aussi faire ces deux dernières expériences, sans enlever les intestins des grenouilles.

VIII. Lorsque la grenouille dont on a enlevé les intestins a été tranchée dans la région de la 2ème ou 3ème vertèbre, et qu'on sépare avec précaution la colonne vertébrale autour de la moëlle épinière ou de la partie antérieure ou postérieure de l'animal: lorsqu'ensuite on irrite doucement les cordons postérieurs, cela n'effectuera point de pression sur les cordons antérieurs, si la colonne vertébrale est suffisamment éloignée, et il n'y aura point de mouvement de muscles (1), ce qui a lieu lorsqu'on irrite doucement les cordons antérieurs. J'ai imaginé quelques autres moyens pour éviter cette pression. J'ai passé un fil très-mince à l'ex-

---

(1) Cela doit se faire très-doucement, sans cela on occasionne du *mouvement de réflexion* (artificiel) qui se montre dans les différentes parties du corps, selon les différents endroits des cordons postérieurs où cette irritation s'est pratiquée; c'est le même symptome qui a lieu par rapport aux cordons antérieurs, et que nous avons observé dans l'expérience I. Si l'irritation est forte, il en résulte du *mouvement de réflexion* général.

trémité de la *medulla spinalis* séparée, et je l'ai retenu doucement sans tirer le fil. — Après avoir rapidement ouvert la *columna vertebralis* de devant à une grenouille pleine de vivacité, j'ai aussi écarté avec précaution *l'arcus vertebrarum*, les muscles etc. derrière la moëlle épinière, de sorte que toute la partie du milieu de la moëlle, dégagée de tous côtes, était devant moi sur une table, ne tenant qu'à la partie supérieure et à la partie inférieure de la colonne vertébrale. Cependant cette dernière préparation est assez difficile (1).

Les expériences que je viens de décrire donnent la plus grande probabilité au fait qu'il s'agit de prouver; mais les résultats très-intéressants des expériences suivantes dissipent jusqu'au moindre doute à cet égard.

IX. Lorsqu'on enlève les intestins à une grenouille, qu'on écarte rapidement *les corpora vertebrarum* et sépare les *funiculi anteriores* des *posteriores*, depuis la région de la 4ème jusque vers la 6ème vertèbre, et que l'on couche ensuite l'animal sur le plancher, on n'observera aucun mouvement de muscles dans les membres postérieurs, et on ne pourra provoquer ce mouvement par l'irritation, quoique l'on puisse voir que le sentiment est encore très-vif dans ces membres; car si l'on verse une goutte d'acid. sulph. concentré sur quelqu'endroit

(1) Les quatre dernières expériences sont d'ailleurs difficiles à faire, et elles échouent presque toujours, si l'on n'agit pas avec la plus grande précaution.

des pattes paralysées, ou si l'on effectue quelqu'autre irritation très-forte, les mouvements entraordinairement vifs de la tête et des pieds de devant, indiquent une douleur violente. Il y a plus : les *funiculi posteriores*, ainsi séparés en grande partie des *anteriores*, peuvent encore transmettre une grande force de réflexion ; car lorsqu'on tranche la tête à une grenouille ainsi préparée, et que l'on verse une goutte d'acid. sulph. concentr. sur les pattes de derrière, on observera de suite des mouvements de réflexion dans les pattes de devant, mais non dans celles de derrière : preuve évidente que la faculté sensitive existait parfaitement dans les *funiculi posteriores*, et qu'au contraire la force motrice était entièrement détruite dans les parties inférieures de la moëlle, par suite de l'enlèvement des cordons antérieurs.

X. Lorsqu'on ouvre le canal vertébral par derrière, dans la région des 3ème, 4ème, 5ème et 6ème vertèbres, qu'on sépare, comme je viens de le dire, les *funiculi posteriores* des *anteriores* et qu'on laisse reposer un entre les deux petit couteau très-fin et à deux tranchants, l'irritation des *funiculi* qui se trouvent au dessus du couteau ne provoquera pas le moindre mouvement de muscles ; lorsqu'on coupe ces *funiculi* postérieurs dans la région de la 4ème jusqu'à celle de la 6ème vertèbre, et qu'on irrite les *funiculi anteriores* par derrière, il y aura mouvement de muscles (mais on ne provoque aucun mouvement lorsqu'on irrite la substance grise ou

qu'on y fait avec précaution des incisions) ; lorsqu'en suite on couche l'animal à terre, il reste ordinairement immobile pendant 10, 15 à 25 minutes, mais ensuite il se remue de nouveau, tant des pattes de derrière que de celles de devant ; il recommence même à sautiller, quoiqu'avec moins de force que dans son état naturel, et souvent ses forces semblent s'accroître, parce qu'après une heure il s'agite quelquefois avec plus de vivacité que dans le commencement. Plusieurs grenouilles que j'avais traitées de cette manière sont restées en vie pendant 8 à 12 heures, pendant lesquelles elles se sont remuées également des pattes de derrière et de celles de devant. Lorsqu'on verse une goutte d'acide sulphurique concentré sur les membres postérieurs, l'animal ne donne aucun signe de douleur ; aussi, après lui avoir tranché la tête, on ne peut, malgré la plus forte irritation des pattes de derrière, provoquer le moindre mouvement de réflexion. — Ces expériences, qui prouvent évidemment la question, ainsi que celles rapportées à l'expérience IX, ont été mises en parallèle avec d'autres expériences intéressantes ; savoir, j'ai coupé en longueur, dans la *linea intermedia*, la partie de la *medulla spinalis* qui avait été privée de ses cordons de derrière, et néanmoins l'animal se mouvait après 10 à 25 minutes presque aussi bien qu'avant cette opération, uniquement au moyen de ses *funiculi anteriores* fendus et separés de ses cordons postérieurs. J'ai même coupé l'un des deux cordons antérieurs,

et malgré cela j'ai vu l'animal se remuer au moyen du seul *funiculus anterior* qui lui restait.

Quoique les résultats de ces deux expériences soient très-remarquables et semblent ne laisser rien à désirer par rapport au problème en question, on peut y faire l'objection suivante.

Ces expériences prouvent à la vérité que les effets requis (le sentiment et le mouvement) sont effectués par les cordons postérieurs, depuis les nerfs de sentiment jusqu'au cerveau, et par les cordons antérieurs sur les nerfs de mouvement, depuis le cerveau ; mais elles ne prouvent pas que les cordons postérieurs n'influent point sur les nerfs de mouvement, ni que l'influence des cordons antérieurs n'émane point des nerfs de sentiment. Car non-seulement on avait détruit les cordons postérieurs dans l'expérience IXème, et les cordons antérieurs dans l'expérience Xème, mais on avait détruit les racines des nerfs dans les deux, de sorte qu'il était impossible de savoir si la suspension de la fonction avait lieu par suite de la destruction des différents cordons ou par celle des racines de nerfs qui en émanent. Je m'explique : à l'expérience IXème on ne peut savoir si les *funiculi posteriores* avaient encore une force motrice ; ni à l'expérience Xème si les *anteriores* possédaient une force sensitive ; car les nerfs qui manifesteraient ces fonctions étaient tranchés dans les deux.

Pour démontrer nettement le problème en ques-

tion et en faire une déduction complète, contre laquelle on ne peut rien objecter, il me fallait songer à détruire l'influence de la moëlle épinière sur les côtés de devant et de derrière, sans toucher aux racines de nerfs qui exercent une influence marquée sur l'une ou l'autre partie du corps, ou plutôt qui se dirigent vers les pattes de devant et vers celles de derrière; parce qu'ici la présence ou l'absence de sentiment et de mouvement est facile à remarquer (surtout dans les pattes de derrière).

Comme j'avais soin de ne point blesser ces nerfs, je devais m'appercevoir clairement, quelles fonctions de nerfs dépendaient proprement des différents cordons.

Les observations décrites sous l'expérience 1ère me firent soupçonner que les racines de nerfs des cordons antérieurs et postérieurs n'étaient point des cordons de transition, mais qu'elles y prenaient leur origine, ou pour mieux dire qu'elles y étaient greffées; que par conséquent on n'avait point détruit tous les nerfs de sentiment ni de mouvement, ni les deux ensemble lorsque les *funiculi anteriores*, ou les *funiculi posteriores*, ou les deux ensemble étaient tranchés au dessus de ces nerfs; qu'il n'y avait de détruits que les racines de nerfs qui se trouvaient implantées précisément dans l'endroit de la *medulla spinalis* que l'on coupait en deux. — Cette opinion, qui a été pleinement confirmée, comme on le verra par la suite, me suggéra l'idée de faire mes expériences sur la moëlle épinière dans la région de la 3ème vertèbre, tandis qu'ici je ne pouvais blesser

d'autres nerfs que ceux qui se dirigent vers les muscles du ventre et qu'aucun des nerfs des pattes de devant ou de celles de derrière n'étaient endommagés.

XI. Lorsqu'on ouvre le *canalis spinalis* d'une grenouille par derrière dans la région de la 3ème vertèbre, et que l'on porte un petit couteau entre les cordons antérieurs et postérieurs ; lorsqu'on tranche ensuite entièrement les cordons antérieurs, et que l'on couche l'animal par terre, il se trouvera tellement posé que l'on ne croirait point qu'il fût paralysé dans une des parties de son corps ; car il a ordinairement les pattes de derrière dans une position assise, relevées contre le corps, et les pattes de devant sont ordinairement comme dans l'état naturel. Si l'on veut voir s'il y a du mouvement dans les pattes de derrière, et si l'on irrite ces dernières (par exemple avec de l'acide sulphurique concentré), la grenouille remue les pattes de derrière de différentes manières, se traîne de ses pattes de devant, de sorte qu'elle s'éloigne à une assez grande distance du lieu où elle se trouvait, et que l'on croit qu'en tranchant les cordons antérieurs, la force motrice n'est point détruite dans les parties qui se trouvent au dessous de la blessure. — Néanmoins cela est ainsi. — L'animal a effectivement perdu toute la faculté motrice qui passait de la cervelle dans les dites parties, et le mouvement que l'irritation nous fait observer, n'est autre chose que du mouvement de réflexion, qui, comme on sait, reste dans la moëlle

épinière, lors même qu'elle est entièrement tranchée. Si avec ce mouvement de réflexion, il se manifeste dans les pattes de devant du mouvement que l'animal fait, pour éviter la douleur communiquée aux pattes de derrière par les cordons postérieurs, qui sont restés dans leur entier, il semble que l'animal lui-même remue les pattes de derrière aussi bien que celles de devant, parce que le mouvement de réflexion flexif et extensif des pattes de derrière aide réellement l'animal à avancer son corps. Même lorsqu'on coupe entièrement les pattes de devant l'animal se traînera encore plus ou moins en avant, par le mouvement de réflexion des pattes de derrière.

Pour pouvoir faire une comparaison frappante et pour se couvaincre parfaitement que l'on ne se trompe point, on place à côté d'une grenouille ainsi opérée une autre grenouille, à laquelle on a entièrement tranché la *medulla spinalis* dans la même région (celle de la 3ème vertèbre).

Les deux animaux gardent la même position, et ne bougent point, à moins qu'on ne les irrite. Il arrive quelquefois que les animaux avancent et tournent un peu le corps, moyennant les pattes de devant, ce qui fait changer de position les pattes de derrière, lesquelles reprennent alors ordinairement cette position par le mouvement de réflexion.

Une observation exacte montrera évidemment que la *volonté* de l'animal auquel on a coupé le cordon antérieur, est aussi peu en état de mettre en mouvement les pattes de derrière, que l'animal auquel

on a tranché la moëlle épinière. On en voit une preuve indubitable *en plaçant ces deux animaux dans deux vases spacieux de verre remplis d'eau* (1); on verra alors que ni l'un ni l'autre ne peuvent remuer leurs pattes de derrière.

Mais lorsqu'on irrite fortement les deux animaux on remarque une grande différence.

Dans l'une des grenouilles, lorsqu'on irrite les pattes de derrière, *presque* (2) tout le corps se met en mouvement. Lorsqu'au contraire on irrite la partie antérieure du corps qui est devant la blessure, il en résulte naturellement de la douleur; l'animal, tâchant d'éviter cette douleur, remue par sa volonté la partie de devant de son corps, tandis que la partie de derrière ne prend aucune part à ce mouvement. Lorsque l'autre animal, dont la *medulla spinalis* a été entièrement tranchée, est irrité en différents endroits, on n'observe nulle transition d'un mouvement occasionné par la douleur entre les deux parties du corps qui se trouvent derrière et devant la *medulla spinalis*

---

(1) Il faut les mettre dans deux verres différents, car si on les place dans un seul vase, l'une des grenouilles peut, par le mouvement de ses pattes de devant, toucher à quelque partie de l'autre, ce qui suffit quelquefois pour provoquer du mouvement de réflexion.

(2) Je dis *presque*, parce que les muscles du ventre ne peuvent naturellement manifester ni mouvement ni sensation, leurs racines de nerfs ayant été tranchées.

tranchée ; quoiqu'ébranlé par un fort mouvement de réflexion, l'animal remue quelquefois en même temps les pattes de devant, et qu'il semble que ce mouvement des pattes de devant soit immédiatement l'effet de l'irritation des pattes de derrière.

J'ai fréquemment fait cette expérience, et personne ne doutera de la vérité de ce que je viens d'avancer, s'il veut se donner la peine de répéter ces expériences ainsi que les suivantes qui me semblent ne pas être moins intéressantes, et d'observer exactement les symptomes (1).

XII. Lorsqu'on ouvre l'épine par derrière dans la région de la 3ème vertèbre, qu'on enfonce un cératotome entre les cordons antérieurs et postérieurs, et que l'on coupe avec précaution les cordons postérieurs, l'animal conserve toute sa force motrice dans les parties du corps qui se trouvent derrière la blessure, tandis que le pouvoir sensitif y a entièrement disparu (2). L'animal sautille encore avec la même vivacité qu'auparavant, et l'on ne peut s'appercevoir que cette vivacité soit dimi-

---

(1) J'ai aussi fait cette expérience en ouvrant l'épine dorsale sur le côté de devant, et toujours avec un succès parfait ; de cette manière l'expérience est beaucoup plus facile qu'en ouvrant l'expine par derrière.

(2) J'entends naturellement ici par *pouvoir sentitif*, les sensations qu'eprouve le cerveau ; car le sentiment de réflexion (dont je parlerai plus tard) n'est point anéanti.

nuée, ni dans les pattes de devant, ni dans celles de derrière. Pour se couvaincre que l'enlèvement des cordons postérieurs n'a réellement diminué de rien le mouvement des pattes de derrière, on peut laisser sautiller l'animal pendant quelque temps avant de trancher les cordons postérieurs, et après avoir séparé les cordons antérieurs et postérieurs de la manière décrite, en enfonçant le cératotome dans la région de la 3ème vertèbre; on peut ensuite poser une soie ou un poil de porc dans cette blessure et laisser sautiller l'animal avec ce poil; couper ensuite les cordons extérieurs, et tirer le poil au travers de la dernière blessure, pour s'assurer que les cordons postérieurs sont entièrement tranchés; en laissant sautiller l'animal dans cette situation, on verra que dans les différentes circonstances il exécute parfaitement les divers mouvements avec les pattes de derrière (*).

Pour se convaincre que le pouvoir sensitif n'est pas transmis des pattes de derrière au cerveau, après que les cordons postérieurs ont été tranchés de la manière décrite, on n'a qu'à irriter ces pattes de derrière; on verra alors que l'animal ne sent rien de cette irritation. Il faut avoir soin de ne pas irriter ces pattes avec des substances trop fortes,

---

(*) La deuxieme section du second traité renferme des descriptions d'expériences, qui montrent clairement *par quelle raison* cette opération n'occasionne *presque* aucune variation dans les mouvements des pattes de derrière.

telles que *l'acid. sulph. concentr.*; car dans ce cas le mouvement violent de ces pattes fait quelquefois répandre une partie de cet acide par les parties antérieures du corps, ce qui peut également arriver par l'effet du mouvement de réflexion propre; cet accident ferait faire à l'animal un mouvement très-vif, et si l'on n'y faisait pas grande attention, on serait tenté de croire que ce mouvement fut l'effet de la douleur que l'animal ressent dans les pattes de derrière (1). Il suffira de pincer des ongles alternativement les pattes de derrière et de devant, et l'on verra que l'animal n'éprouve pas la moindre sensation dans les pattes de derrière, tandis qu'au moment où l'on touche à ses pattes de devant, il fait un saut afin d'éviter cette irritation. — Cependant ce qui a été rapporté plus haut (page 25) arrive quelquefois dans le cas dont nous parlons, savoir que les pattes de devant se remuent par hazard précisément pendant le mouvement des pattes de derrière, causé par l'irritation.

Cependant il est très-remarquable que quoique, par suite de la coupure des cordons postérieurs, la faculté sensitive ne peut arriver jusqu'au cerveau, néanmoins le *mouvement de réflexion* peut se trans-

(1) Ce n'est au contraire que l'effet de la douleur dans la partie antérieure du corps, occasionnée par une partie de l'acide, transportée sur cette partie.

mettre de la partie postérieure à la partie antérieure du corps, et en sens contraire, même après que l'animal a été privé de toute volonté, et malgré que les cordons postérieurs de la moëlle épinière aient été entièrement tranchés entre ces deux parties du corps, pourvu que la coupure ne soit pas trop-profonde sur le centre de la moëlle épinière, et qu'on n'ait pas tranché une trop grande partie de la substance grisâtre (*substantia spongiosa*), qui se trouve placée contre les cordons antérieurs; ou pourvu qu'on n'ait pas enlevé un morceau trop grand des cordons postérieurs de la *medulla spinalis*, comme à l'expérience X.

Cette circonstance, et l'attention particuliere qu'il faut toujours avoir tant à l'expérience XIème qu'a la XIIème, afin de distinguer le *mouvemeut volontaire* d'avec le *mouvement de réflexion*, le *sentiment réel* d'avec le *sentiment de réflexion* (1), m'ont engagé à faire aussi les expériences suivantes, afin d'obtenir encore une plus grande évidence.

XIII. Lorsqu'on ouvre la cavité de la *medulla spinalis*, depuis la 3ème vertébre jusqu'à *l'os sacrum*; que l'on coupe les racines des nerfs postérieurs qui s'étendent jusqu'aux deux pattes de derrière, on verra que l'animal peut se mouvoir *presque* aussi bien

(1) C'est ainsi que je nomme pour la concision la proprieté des cordons postérieurs de la moëlle épinière, de donner du mouvement (*de réflexion*) aux cordons antérieurs.

qu'auparavant (1). Si l'on tranche ensuite entièrement les cordons antérieurs de la *medulla spinalis*, dans la région de la 3ème vertèbre, tout mouvement dans les pattes de derrière disparaitra, et ne pourra plus être provoqué ni par l'irritation des pattes de devant ni par celle des pattes de derrière (2).

XIV. Lorsqu'on ouvre la cavité de la moëlle èpinière, et que l'on tranche les racines de nerfs postérieures seulement de l'une des pattes de derrière et non de l'autre; lorsqu'ensuite on fait sur les cordons antérieurs de la moëlle épinière la même opération mentionnée dans l'expérience XIII, on verra distinctement que le *mouvement volontaire* n'existe plus dans les deux jambes, tandis que le mouvement de réflexion ne peut s'y manifester (c'està-dire dans les *deux* pattes de derrière) que par suite de l'irritation de celle des jambes dont les nerfs de sentiment

---

(1) Naturellement ces pattes de derrière ne se meuvent pas en tous sens aussi bien qu'auparavant; car dans elles le *sentiment de réflexion* et le *sentiment réel* sont detruits tous les deux.

(2) Le sentiment *de réflexion* ainsi que le sentiment *réel* ne peut être conduit que de derrière en avant par les *funiculi posteriores* (*). Le *mouvement de réflexion* au contraire se transplante dans toutes les directions, par les cordons antérieurs, tandis que le *mouvement volontaire* ne peut se transmettre que du cerveau sur les cordons antérieurs.

(*) On trouvera plus bas dans le deuxième traité des eclaircissement détailles sur le *sentiment de reflexion.*

sont encore en rapport avec la moëlle épinière.

XV. Lorsqu'on ouvre la cavité de la moëlle épinière, et quel'on tranche les racines de nerfs antérieurs des pattes de derrière, on remarquera que l'animal a entièrement perdu le mouvement dans ces pattes, et que néanmoins le sentiment y existe encore (c'est un fait connu par la doctrine de Bell, aussi bien que ce qui est rapporté dans la première phrase de l'expérience XIII); lorsqu'on tranche ensuite les cordons postérieurs dans la région de la 3ème vertèbre, on ne remarque plus le moindre sentiment dans les pattes de derrière, il est même impossible de provoquer par l'irritation des pattes de derrière le moindre mouvement dans les pattes de devant, soit que l'animal conserve sa volonté sur ces pattes, soit que cette volonté ait été détruite en lui tranchant la tête derrière le timpan.

XVI. Lorsqu'on enlève les racines de nerfs antérieurs seulement d'une patte de derrière et non de l'autre, et que l'on tranche ensuite les cordons postérieurs de la *medulla spinalis* au même endroit qu'aux expériences précedentes, le *sentiment réel* sera détruit dans les parties qui se trouvent derrière les *funiculi posteriores* tranchés; le *mouvement de volonté* au contraire existe seulement dans l'une des pattes de derrière, dont les *radices nervorum anteriores* n'ont pas été tranchées. Aussi le *mouvement de réflexion* ne peut être provoqué que dans cette seule patte, pendant que le *sentiment de réflexion* existe encore dans les deux.

XVII. Pour donner encore une preuve frappante que le mouvement volontaire du cerveau ne peut être conduit que par les cordons antérieurs, et que le sentiment est transplanté au cerveau, et non de ce derniers au travers des cordons postérieurs, je rapporterai encore en dernier lieu l'expérience suivante.

Lorsqu'on répète la même opération prescrite à l'expérience XI; savoir d'ouvrir la cavité de la *medulla spinalis*, et de trancher les cordons antérieurs dans la région de la 3ème vertèbre, sans touches aux cordons postérieurs; lorsqu'après cela on laisse reposer l'animal pendant quelque temps; qu'on le tient ensuite des deux doigts de la main gauche sous les deux pattes de devant, sans presser fortement la cavité pectorale; lorsqu'on coupe ensuite des morceaux des pattes de devant, l'animal montrera de la douleur par de violents mouvements de la tête et de toutes les parties qui se trouvent devant la coupure des cordons antérieurs, mais on ne remarquera aucun mouvement dans les pattes de derrière, ni volontaire, ni de réflexion; pas même lorsqu'on parcoupe successivement la tête et le cerveau, ni lorsqu'on irrite ou blesse la *medulla oblongata*.

Les expériences rapportées ci-dessus prouvent d'une manière évidente:

I. *Que les cordons postérieurs sont destinés uniquement pour le sentiment; que sans eux*

le sentiment ne saurait être conduit vers le cerveau.

II. *Que les cordons antérieurs sont destinés uniquement pour le mouvement; que sans eux le mouvement ne saurait être conduit par la volonté vers les nerfs de mouvement.*

Les observations suivantes serviront à expliquer plus clairement encore les expériences que j'ai rapportées dans ce traité ; ces observations sont destinées surtout pour ceux qui voudront répéter les dites expériences.

(*a*) Presque toutes ces expériences ont été faites sur des grenouilles rousses (*Ranae temporariae*) peu l'ont été sur des grenouilles vertes (*Ranae esculentae*) et quelques unes sur des crapauds communs (*Bufones cinerei*), sur lesquelles on peut d'ailleurs trés-bien faire des expériences concernant la moëlle épinière.

(*b*) Je n'ai jamais admis un résultat sans avoir plusieurs fois répété la même expérience et observé les mêmes symptomes.

(*d*) En tranchant les cordons antérieurs, et postérieurs, j'ai toujours usé de la plus grande précaution, afin de ne couper ni trop, ni trop peu, ce qui détruit souvent les fonctions de la *medulla spinalis* que l'on voudrait conserver, ou ce qui conserve celles qu'on voudrait détruire.

(*e*) Lorsque je croyais avoir tranché les cordons antérieurs et postérieurs, et que le *mouvement volontaire*, ou le *sentiment effectif* n'était pas par là entièrement détruit, je pouvais toujours être assuré que je n'avais *pas entièrement* tranché les cordons, parce que l'expérience m'a donné la certitude qu'il est possible de voir quelque *mouvement volontaire*, lorsque seulement quelques-unes des fibrilles des cordons antérieurs n'ont pas été tranchés, et je présume que la même circonstance qui concerne le sentiment, se rapporte également à quelques-unes des fibrilles des cordons postérieurs, ce qui est néanmoins difficile à déterminer, parce qu'il est plus facile de distinguer dans un autre animal un léger degré de mouvement que de sentiment.

(*f*) Lorsque j'avais ouvert par derrière la cavité de la moëlle épinière, j'ai toujours éprouvé que je devais surtout trancher les cordons antérieurs avec une grande précaution; car quelquefois je croyais que decidément je les avais entièrement tranchés, tandis que cela n'avait pas eu lieu, et quelquefois cela me fit trop endommager les cordons postérieurs, de sorte que dans le commencement cette opération devait souvent être répétée, pour que je pusse l'effectuer de la manière réquise.

(*g*) L'expérience m'a d'ailleurs appris, qu'après avoir fait l'opération, il ne faut pas attendre trop tôt les résultats; que surtout il ne faut pas trop se presser de déduire des conséquences *d'après les premiers symptomes*, qui se montrent peu de

temps après l'opération ; et qu'il faut examiner l'animal pendant quelque temps et à diverses époques, pour voir l'état des fonctions que l'on a voulu détruire ou conserver.

(*h*) Il ne faut pas trop se presser, en faisant l'irritation pour découvrir le lieu du *sentiment effectif* et de *celui de réflexion ;* car immédiatement après l'opération l'animal est ordinairement si épuisé et craintif, qu'il ne manifeste aucun signe de *sentiment effectif*, quoiqu'il éprouve une grande douleur ; et pour ce qui concerne *le sentiment de réflexion*, il ne faut presque jamais examiner l'animal de suite après l'opération, à moins que cela ne soit inévitablement nécessaire, car dans les grenouilles on peut le découvrir infiniment mieux après un certain laps de temps.

(*i*) Il faut surtout avoir soin d'appliquer l'irritation par intervalles, et de ne pas les repéter sans laisser écouler quelque temps, car on s'appercevra que par des réitérations immédiates l'animal s'habitue en quelque sorte à l'irritation, et que par crainte, il ne répondra par aucun mouvement à cette irritation.

En général plus ces intervalles seront longs, plus les irritations produiront d'effet ; cependant il est tout simple qu'ils ne doivent pas être prolongés excessivement.

(*k*) Lorsque le canal de l'épine avait été ouvert par derrière, et les cordons antérieurs et postérieurs tranchés, j'ai quelquefois vu vivre l'animal

avec cette blessure pendant plus de deux jours; lorsqu'au contraire le canal vertébral avait été ouvert par devant, après que les intestins avaient été otés de la cavité de l'abdomen, et de celle de la poitrine, l'animal ne survivait pas long-temps à cette opération, quoiqu'il me restât assez de temps pour observer les divers symptomes. Dans ces derniers cas, je ne pouvais long-temps retarder l'irritation, et par cette raison j'employais alors assez tôt des moyens d'irritation, même de très-forts, par exemple *l'acidum sulphuricum concent.*

(*l*) Quand à l'emploi de ce violent acide, il n'en faut qu'une très-petite quantité pour occasionner une très-forte irritation; j'ai ordinairement fait usage du bouchon de verre de la phiole qui renfermait cet acide, après l'avoir un peu humecté de ce dernier. Je n'avais pas besoin d'une goutte entière, dont j'ai parlé plus haut.

(*m*) Je dois encore faire observer qu'il ne faut pas employer cet acide tout de suite, s'il reste assez de temps pour avoir recours à d'autres moyens mécaniques, tels que pincer, piquer ou presser; car souvent il est impossible d'appliquer d'autres moyens d'irritation, lorsqu'on a fréquemment fait usage de ce violent acide.

(*n*) Pour savoir avec certitude, qu'en tranchant les cordons antérieurs et postérieurs dans la région de la troisieme vertèbre, les racines des nerfs destineés pour les pattes de devant ou de derrière, n'avaient point été blessées, j'ai toujours irrité,

avec la plus grande précaution, moyennant une aiguille fine ou un poil de porc, l'endroit où je voulais effectuer l'opération. Cette mesure me servait de guide, pour savoir de quelle part les pattes de devant, et celles de derrière ne reçoivent point de nerfs.

J'ai déja fait observer que j'ai encore fait des expériences au moyen du *galvanisme*; mais il n'est guère probable que par ce moyen, sans les expériences mécaniques, la question eût jamais été decidée, parce qu'on ne saurait obtenir de résultats sans séparer entièrement et sur tous les points les cordons antérieurs d'avec les postérieurs, puisque, sans cette séparation entière, la force galvanique se transfère des cordons postérieurs aux cordons antérieurs. Et même lorsque la séparation a été complète, les résultats ne sont nullement satisfaisants, comme le prouveront le observations suivantes.

A. Lorsqu'on sépare les cordons antérieurs et postérieurs, les éloignant à quelque distance les uns des autres, et que l'on galvanise isolément chaque extrémité, la galvanisation des cordons postérieurs occasionnera du mouvement musculaire tout aussi bien que la galvanisation des cordons antérieurs. Si l'on veut obtenir des résultats ultérieurs, il faut, ainsi qu'il a été dit,

B. sèparer *entièrement* les cordons antérieurs et postérieurs; en ce cas, si les cordons sont com-

plètement isolés, la galvanisation des cordons antérieurs occasionnera du mouvement, et la galvanisation des cordons postérieurs n'en occasionnera point.

Ces *deux* expériences galvaniques ne décident rien par rapport au problème en question, mais elles répandent une grande lumière sur la doctrine de Bell concernant les racines des nerfs. On s'en appercevra sans peine, surtout après que j'aurai rapporté l'expérience suivante, qui me semble avoir quelque chose de très-remarquable :

Lorsqu'on ouvre le canal vertébral par devant, qu'on tranche exactement au moyen d'une paire de ciseaux les racines antérieures des nerfs des pattes de derrière ; que l'on tranche ensuite la partie antérieure de la moëlle épinière, qui est encore en rapport avec les pattes de derrière moyennant les racines postérieures ; lorsqu'on isole cette partie de la moëlle épinière, et qu'on emploie ensuite le galvanisme, il n'en résultera pas le moindre mouvement de muscles. Cela prouve que moyennant les *cordons antérieurs* la force galvanique n'excerce aucune influence sur les *racines postérieures*.

DEUXIÈME TRAITÉ.

DECOUVERTES RÉCENTES

SUR

LES PROPRIÉTÉS DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE,

SPÉCIALEMENT

SUR LA CIRCULATION DE NERFS

(*CIRCULATIO NERVEA*)

OBSERVÉE DANS CET ORGANE.

Publiées séparément vers la fin de 1839, et insérées en outre dans le VIIème volume du Journal d'histoire naturelle et de physiologie (*Tijdschrift voor natuurlijke geschiedenis en physiologie*).

INTRODUCTION.

Les expériences que j'ai faites l'année dernière (*) ont donné à la doctrine de Bell sur les cordons de la moëlle épinière, la même certitude que les expériences de J. Müller et de Pannizza sur les racines des nerfs.

Je pense donc que cette question a été mise hors de doute, et il ne me reste qu'à désirer que les physiologistes veuillent réitérer les expériences que j'ai faites, afin d'éclaircir leurs doutes à cet égard (1).

Si les expériences que j'ai faites il y a un an ont inspiré quelque intérêt, je me flatte qu'on voudra bien faire quelque attention à celles que je vais maintenant décrire, non-seulement parce qu'el-

(*) 1838. On en trouve la description dans le traité premier.

(1) L'année dernière avant la publication de mon traité: *sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière*, les principales expériences dont j'ai fait la description, ont été repetées en présence de M.M. G. Sandifort, J. van der Hoeven, J. C. Broers, H. Schlegel, S. Müller et J. Sandifort, et ces Messieurs se sont convaincus de la vérité et de l'exactitude des dites expériences.

les servent à confirmer les expériences précédentes (1), mais encore parce qu'elles ont donné lieu à la découverte remarquable, qu'il existe une *circulation de nerfs* (circulatio vis nervae) *dans la moëlle épinière.*

Ces deux points formeront l'objet principal de ce traité; j'y trouverai d'ailleurs occasion de faire connaître quelques autres expériences, que j'ai faites sur la physiologie des nerfs.

Ces observations se trouveront renfermées dans les deux sections qui doivent composer ce traité, à cause des deux points principaux, que je viens d'indiquer.

PREMIÈRE SECTION.

CONFIRMATION DE LA DOCTRINE DE *BELL* CONCERNANT LES CORDONS ANTÉRIEURS ET POSTÉRIEURS DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE.

Peut-être que les expériences faites sur l'objet énoncé fixeront encore l'attention de nos savants, surtout ceux de notre patrie, parce que notre docte

(1) Elles sont décrites dans le journal cité, Tom. V p. 151—186. Henle en a publié un extrait. Voyez *Annales de* Schmidt (Schmidt's *Jahrbücher*) (1839) Tome 23. p. 278. — Froriep's *neue Notizen*, Tom. 13 (Januar. 1840) N° 7. p. 101.

compatriote G. Backer a déjà en 1830 décrit des expériences, qui ont quelque rapport avec celles dont il s'agit ici, sans qu'elles lui aient fait obtenir des résultats concernant les propriétés de la moëlle épinière; savoir les expériences qu'il a faites au moyen de la noix vomique (*nux vomica*) (1).

Backer a tranché à deux chiens les cordons antérieurs; ensuite il leur a fait avaler six grains de *nux vomica*. L'effet du poison se manifesta dans toutes les parties devant la coupure de la moëlle épinière, mais non dans les parties qui se trouvaient derrière cette coupure.

Ensuite il a entièrement tranché la moëlle épinière à d'autres chiens, et leur a donné vingt grains de noix vomique. Il en est résulté que les symptomes de l'empoisonnement se manifestèrent sur tout le corps tant devant que derrière la coupure de la moëlle épinière. Ceci engagea Backer à déclarer que dans les premières expériences les parties postérieures n'avaient point été affectées du poison, parce qu'il s'était servi d'une dose trop faible de noix vomique. Je ne déciderai point si cette explication est fondée, ou si dans les premières expériences, l'opération a arrêté la circulation du sang dans la partie de la moëlle épinière qui se trouvait au dessous de la blessure. Si cette remarque avait été faite par Backer, elle lui aurait sans doute

(1 Commentatio ad quaestionem physiologicam, ab academia Rheno-Trajectina anno 1828 propositam.

suggéré des expériences plus exactes sur les effets de la noix vomique.

Ici je ne puis m'empêcher de faire observer que Jean Müller, en communiquant ces deux diverses expériences, n'a pas fait la moindre attention à cette explication de l'auteur; car sans cela il n'aurait point omis d'en faire mention dans son manuel. Ainsi le lecteur qui ne possède pas le commentaire de Backer doit trouver inconcevable que ce dernier ait pu obtenir des résultats aussi différents, et que Müller cite ces mêmes résultats, qui sans l'explication de l'auteur sont absolument contraires l'une à l'autre, puisqu'il prouve deux questions différentes. C'est ce qui a lieu dans trois éditions consécutives de son manuel (voy: Müller's *Physiologie* prem. édit. p. 794 et p. 803; troisième édit. p. 815 et p. 823). Cela doit paraître d'autant plus surprenant, que Backer déclare par la dite explication, que ces premières expériences sur la doctrine de Bell n'étaient nullement fondées. Il est vrai que Müller n'a point adopté ce fait comme la preuve de cette doctrine, mais il n'en est pas moins rapporté dans son ouvrage comme un fait reconnu par Backer, et ce fait, tout contraire qu'il soit à un autre fait, n'a point donné matière à réfléchir à celui qui l'a cité. — Je me crois fondé à appeler l'attention sur cette circonstance, parce qu'elle montre de nouveau que les auteurs les plus instruits peuvent commettre des erreurs, et afin que le lecteur sache à quoi s'en tenir.

Comme les expériences de Backer relativement à la doctrine de Bell, sur l'effet de la *nux vomica*, n'ont fourni aucun résultat, j'ai réfléchi de nouveau sur cet objet, pour déterminer à quel point ses autres expériences concernant cette doctrine pourraient contribuer à résoudre la question. Mais on s'appercevra dabord que ces expériences aussi n'ont point offert de résultats satisfaisants, lorsqu'on se rappelle que les expériences faites sur des mammifères ne fournissent jamais des résultats aussi exacts et clairs, que les expériences sur des grenouilles, tandis qu'en outre la connaissance parfaite du mouvement de réflexion est indispensable pour expliquer tous les symptomes, après les différentes opérations faites sur la moëlle épinière. Il est évident qu'à cette époque Backer ne possédait point cette connaissance, mais malgré cela on aurait dû trouver dans son ouvrage la description des différents symptomes, qui font voir le genre de mouvement que Marshall Hall a si clairement expliqué. Puisqu'il n'en est point fait mention dans le rapport de ses expériences mécaniques, qu'il ne dit rien sur quelque mouvement dans les pattes de derrière de ces animaux, auxquels il avait tranché les cordons antérieurs, après avoir laissé intact les cordons postérieurs; et puisqu'il cherche à démontrer l'existence du sentiment dans ces pattes de derrière, ses expériences, considérées attentivement, nous laissent dans une grande incertitude, et nos doutes sont loin d'être éclairés par un examen soi-

gneux de toutes les expériences faites à cet égard.

J'ai naguère attaché quelque valeur à ces expériences, mais, j'avoue qu'en les relisant, je ne leur attribue plus cette importance *par rapport à la doctrine de* Bell. J'ai été porté à entrer dans quelques détails à ce sujet, par un entretien que j'ai eu avec M. Schreoder van der Kolk, qui prétendait qu'on n'avait point rendu justice aux expériences de Backer.

Je ferai encore observer que ce n'est qu'après avoir connu la doctrine de Marshall Hall sur le mouvement de réflexion, que l'on peut démontrer celle de Bell sur les cordons de la moëlle épinière ainsi que sur les racines de nerfs. — Cette déclaration est diamétralement opposée à une opinion de Müller, que j'ai citée précédemment, savoir que c'est précisément le mouvement de réflexion, qui forme le plus grand obstacle dans les recherches sur les cordons de la moëlle épinière.

J'ai prouvé le contraire, et il est hors de doute, que la doctrine du mouvement de réflexion doit nous aider à définir exactement les propriétés des racines de nerfs antérieures et postérieures.

Cependant Müller parait lui même entrevoir la vérité de ce que je viens de dire (Voyez. Müllers *Archiv*, 1838, *Jahresbericht*, p. 168). Tout annonce qu'auparavant la chose ne lui a nullement paru évidente ; il est possible que c'est mon discours sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière,

qui ait fait connaître à Müller le véritable état des choses, car avant cela Müller pensait comme je viens de le dire, que le mouvement de réflexion forme le plus grand obstacle dans la démonstration que la doctrine de Bell est applicable à la moëlle épinière. C'est ce que ce célèbre auteur affirme encore dans l'édition de la *Physiologie* publiée en 1838, page 816. Mais pourquoi ne trouve-t-il pas le même obstacle dans la démonstration concernant les différentes racines de nerfs? Si le mouvement de réflexion était une pierre d'achoppement dans la preuve de la doctrine de Bell sur la moëlle épinière, il devait l'être également à l'egard des racines de nerfs.

J'ignore si Müller a entrevu ce que je viens de faire observer, puisqu'il n'en fait aucune mention, ou s'il s'est abstenu d'en parler après que Marshall Hall avait publié sa doctrine, de peur que ce symptome si contraire *selon lui* à prouver définitivement la doctrine de Bell, n'eût fait tort au crédit et à la renommée de ses ingénieuses expériences.

Müller s'exprima en ces termes, lorsqu'il publia ces expériences pour la première fois: (voy. Frorieps *Notizen* N° 646.) »So lange beiderlei Wur-»zeln noch mit dem Rückenmark verbunden sind, »kann man durch zerrendes Aufheben der hinte-»ren Wurzeln und die dadurch bewirkte Zerrung »am Rückenmark selbst, auch Zuckungen in den »Hinterbeinen bewirken. Diese entstehen aber »nicht durch die hinteren Wurzeln selbst, sondern »durch das zugleich gezerrte Rückenmark, dessen

» Reizung durch die vorderen oder motorischen
» Wurzeln auf die Muskeln wirkt. Wenn daher
» vorher die vorderen Wurzeln durchschnitten wor-
» den sind, so kann die Zerrung des Rückenmarks
» oder der hinteren, noch mit dem Rückenmark
» züsammenhangenden Wurzeln, auf keine Art die
» geringste Spur einer Zuckung erregen."

Il fait usage des mêmes expressions dans la traduction allemande faite par Romberg, de l'ouvrage de Bell intitulé Bell's *physiologische und pathologische Untersuchungen des Nervensystems* p. 379, dans la *Physiologie*, prem. edit. (1834). p. 628, et dans la 3ème édition de cette *Physiologie*. (1838) p. 652.

Il n'est pas douteux que Jean Müller, dans les nombreuses expériences qu'il aura faites, ne se soit aperçu qu'on n'a pas toujours besoin de tirer (*zerren*) les racines postérieures, lorsqu'elles sont encore unies à la moëlle épinière, mais que la simple coupure ou l'irritation de ces racines suffit pour donner lieu à du mouvement (mouvement de réflexion). Ce n'est pas ce que j'ai observé dans les expériences que j'ai faites et décrites en 1834 pour constater celles de Müller, mais plus tard des recherces multipliées m'en ont souvent fourni la preuve. La chose n'arrive pas toujours, de même que les animaux ne manifestent pas toujours la douleur qu'ils éprouvent; mais lorsqu'ils sont privés de la volonté, par exemple dans les grenouilles décapitées, ce mouvement de réflexion, causé par l'irritation des raci-

nes postérieures, se fait presque toujours remarquer.

Dans son ouvrage intitulé *Mémoirs on the Nervous system*, 4to London 1837, MARSHALL HALL a fixé l'attention sur ce fait, et il y décrit des expériences qui prouvent qu'une simple irritation des racines de sentiment suffit pour occasionner le mouvement de réflexion, mais c'est avec moins de justice qu'il donne le nom de *excito-motory* à la propriéte des nerfs de sentiment, de produire le mouvement de réflexion, ce qui est prouvé par les recherches dont je ferai connaître les résultats, dans le présent écrit. Il y trouve matière à faire des observations sur les expériences de JEAN MÜLLER concernant les racines postérieures, et à les rejeter. C'est ce qu'il fait en ces termes (§. 98. p. 68). »I must make »a few remarks upon some interesting experiments »of Prof. MÜLLER. They are published in the An»nales des Sciences Naturelles" for. 1831. XXI vol., and in the »Handbuch der Physiologie" pag. 625. »The first of these experiments is that in »which the stimulus is applied to the posterior »roots of the spinal nerves in the frog. No move»ments were observed in the anterior parts of the »animal, as the head, This result is opposed to »that which I have uniformly observed in the turt»le," et il dit ensuite (paragraphe 99): »Prof. »MÜLLER considers, on the other hand, that there »is some difference between the *nerves* and the »spinal marrow, as the posterior roots were not, »in his experiments, excito-motory. This conclu-

» sion must not be generalized, since the posterior » roots of the turtle *are*, as well as the spinal mar- » row, possessed of the excito-motory power."

Müller a cité amplement cet ouvrage dans son *Archiv*, *Jahresbericht* 1837 p. 125 (publié en 1838) ainsi que dans la 3ème édition de la *Physiologie* p. 730; mais il ne fait aucune mention de l'objection sur la cause du mouvement, qui accompagne l'irritation des racines postérieures; tandis qu'à cette époque, comme on le voit dans la *Physiologie* de 1838, il persiste encore dans son opinion que le mouvement de réflexion est un obstacle, qui empêche de prouver la doctrine de Bell sur la moëlle épinière. Mon traité fut publié un peu plus tard dans les derniers mois de 1838, j'y ai dit et démontré clairement, que le mouvement de réflexion sert au contraire, à prouver de la manière la plus satisfaisante cette même doctrine de Bell sur la moëlle épinière (voyez premier traité p. 9).

Jean Müller en parlant de nouveau de Marshall Hall en 1839, trouve occasion de citer ce que je viens de dire sur les racines postérieures, et de déclarer qu'il semble exister entre lui et le physiologiste anglais une différence d'opinion à ce sujet; qu'en 1832 il avait déja fait observer qu'on produit du mouvement en tirant les cordons postérieurs, et qu'il avait déclaré en même temps que ce mouvement est causé par la tension de la moëlle épinière, (Müller's *Archiv* 1838. *Jahresbericht*, p. 168, qui vient d'être pu-

bliè au commencement de cette année [1839]).

Voici les termes dans lesquels Jean Müller s'exprime à ce sujet. »Noch muss is nachträglich »einer nur scheinbaren Abweichung des Verf. bei »Weiderholung meiner Versuche über die Nerven-»wurzeln an Schildkröten und Rochen erwähnen. »Er beobachtete nämlich nach Reizung der hintern »Wurzeln im Zusammenhange mit dem Rücken-»mark Zuckungen (Reflexions-bewegungen). So ha-»be ich indess meine Versuche nicht angestellt, »sondern ausdrücklich bemerkt, dass man die hin-»tern Wurzeln erst vom Rückenmark abschneiden »und dann den peripherischen Theil reizen müsse. »*Ann. d. sc. n.* 23, 100. Dass man von den hin-»tern Wurzeln aus durch das Rückenmark Zuckun-»gen erhalte, habe ich selbst schon 1832 bemerkt »in dem mit Zusätzen von mir vermehrten Abdruck »meiner Abhandlung in Romberg's Uebersetzung »von Bell's Untersuchungen über das Nervensystem, »Berlin 1832. p. 379. Ich leitete diese Erscheinung »damals noch von der Zerrung des Rückenmarks »ab." Cependant, puisque Müller lui-même ne parle pas de mouvement pendant la coupure des racines postérieures, il est prouvé que la différence d'opinion mentionnée plus haut, *n'est point simplement apparente.* Il dit seulement qu'en subissant cette opération l'animal donne des signes de douleur. Il est vrai qu'aucune douleur ne peut se manifester sans mouvement, mais ni M. Müller en 1831 ni moi en 1834, n'avons dit que ce mouvement pour-

rait être tout autre que l'expression de la douleur. C'est précisément *en coupant les racines postérieures* que Müller prouva qu'elles ne pouvaient point exciter un mouvement, mais non qu'elles étaient du sentiment, démontre clairement qu'il manquait effectivement quelque chose pour prouver la doctrine de Bell et que la doctrine du mouvement de réflexion a rempli cette lacune. Je trouverai occasion dans la seconde section de ce traité, de fixer l'attention sur les symptômes de douleur, qui ne peuvent être confondus avec le mouvement de réflexion. Mais il était indispensable de connaître ce dernier pour pouvoir remarquer cette différence.

Pour moi je suis convaincu que la doctrine de Bell doit être prouvée par celle de Marshall Hall, comme la doctrine de ce dernier doit l'être par celle de Bell. *Jamais l'une de ces doctrines ne pourrait être prouvée, si l'autre n'existait pas;* c'est pourquoi Müller voudra bien avouer lui-même que ce n'est que la doctrine sur le mouvement de réflexion qui contribue le plus à prouver ce qu'il dit sur les racines de nerfs. Je conviens de mon côté que je n'aurais jamais clairement démontré la doctrine de Bell sur la moëlle épinière sans la doctrine du mouvement de réflexion. Cet aveu en renferme un autre, savoir, que je me suis trompé en 1834 lorsqu'en parlant des preuves de Müller et de Panizza, je dis »argumentum jam ita tractaverunt ut nullam posteris nova hic detegendi spem reliquerint." (*De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae* p. 26).

Les doctrines de Bell et de Marshall Hall se sont assuré réciproquement une existence durable. En les considérant ensemble on remarque qu'elles tournent dans un certain cercle, aussi positivement qu'il existe une certaine circulation dans l'objet dont traitent ces doctrines, savoir dans le *système nerveux*, sur lequel je donnerai plus loin quelques éclaircissements.

Après cette introduction détaillée je passerai aux expériences qui forment l'objet principal de la première section de ce traité, et qui, non seulement confirmeront ce qui a déja été démontré, mais feront paraître encore plusieurs autres faits.

[L'objet essentiel de la plupart des expériences décrites dans cette première section est d'observer de quelle manière se fait la communication de l'effet du poison (*strychnine*), qui cause un mouvement violent ou une crampe dans la moëlle épinière, sans que la circulation du sang soit en état de conduire le poison là, où l'on veut examiner, si la moëlle épinière a le pouvoir de communiquer le dit effet. C'est pourquoi il fallait que la circulation du sang pour la partie postérieure de la moëlle épinière fût détruite, avant que l'on introduisît le poison dans la bouche de l'animal (*).]

I. Si l'on ouvre l'abdomen d'une grenouille par

(*) Ce qui se trouve placé ici entre parenthèses a été joint a l'ouvrage en le traduisant en français.

devant et par en bas, si l'on détache tous les intestins dans la région des aînes, si on les sépare en remontant jusqu'au deuxième vertèbre, si l'on détruit tous les vaisseaux sanguins, de sorte que depuis la région du deuxième vertèbre, jusqu'à la partie inférieure de l'abdomen, l'on ne voit que les os, les muscles et les nerfs des pattes de derrière (lesquels ne doivent point être endommagés), si l'on ouvre ensuite le canal vertébral par devant dans la région du troisième vertèbre, et si l'on coupe entièrement les cordons antérieurs, si ensuite on détruit très soigneusement tous les vaisseaux sanguins, qui peuvent encore communiquer dans la cavité vertébrale de la partie antérieure du corps avec la partie postérieure, (ce qui peut se faire en détruisant avec précaution touts les vaisseaux auprès de la moëlle épinière, tranchée dans le canal vertébral, et en coupant les muscles etc., jusqu'à la colonne vertébrale, de manière que la partie antérieure n'est unie à la partie postérieure du corps que par les cordons postérieurs de la moëlle épinière et la colonne vertébrale), si ensuite on porte dans la bouche une ou deux gouttes d'une solution assez concentrée de *acétate de strychnine*, on observera dans quelques minutes les symptômes suivants: il y aura *tetanus* dans la partie du corps devant les cordons antérieurs tranchés, et non dans la partie derrière ces cordons. Lorsqu'après que les crampes sont diminuées, on touche aux pattes de derrière, ne fut ce que très-faiblement, il y aura mouvement de réflexion dans

la partie postérieure du corps, et *tetanus* dans la partie antérieure. Si l'on irrite les pattes de devant la tête ou quelqu'autre partie devant la moëlle épinière tranchée, soit par un leger attouchement, soit d'une autre manière, il y aura *tetanus* dans cette même partie, mais on n'apercevra aucun mouvement dans les pattes de derrière.

II. Si l'on en agit avec l'animal comme dans l'expérience précédente, mais si l'on coupe en outre à l'endroit où les cordons antérieurs ont été tranchés, l'un des cordons postérieurs, de sorte qu'il ne reste à l'animal qu'un seul cordon postérieur à cet endroit, on remarquera après l'empoisonnement les mêmes symptômes que dans l'expérience décrite sous I.

III. Si l'opération a été faite, comme dans l'expérience I°, et si l'on tranche ensuite entièrement, sous la coupure faite dans les cordons antérieurs, les deux parties latérales de la moëlle épinière dans la *linea mediana* jusqu'à la partie inférieure, de sorte que les deux moitiés de la moëlle épinière soient entièrement séparées sous la coupure transversale des cordons antérieurs, on observera néanmoins tous les symtômes indiqués de l'expérience Ire.

Il est extrêmement difficile, de trancher les parties latérales de la moëlle épinière. La meilleure manière de s'y pendre est la suivante: il faut dabord nettoyer, écarter prudemment avec une éponge mouillée, toutes les particules de sang ou de substance calcaire qui se trouveraient sur la moëlle découverte; ensuite on enfonce un bistouri anceps fort tran-

chant au travers de la ligne du milieu de la partie inférieure de la moëlle épinière, et l'on conduit avec la plus grande précaution et fort lentement le bistouri d'en bas jusqu'en haut (ou pour mieux dire d'arrière en avant), ne quittant point la *linea mediana* et sans trembler de la main, jusqu'à ce que les deux parties latérales soient éloignées autant qu'il le faut pour faire l'expérience.

Souvent on ne réussit pas dans la tentative d'opérer à effectuer cette séparation, 1° parceque pour peu qu'on s'écarte de la ligne intermédiaire, la séparation est inégale, 2° parceque souvent on n'enfonce pas assez le bistouri, de manière que la séparation n'est pas faite complètement, et enfin 3°, parcequ'on blesse quelquefois les nerfs.

Je me suis exercé à effectuer cette séparation sur un grand nombre de grenouilles mortes, avant d'oser l'entreprendre sur des grenouilles vivantes, et quoique je puisse me flatter d'avoir acquis maintenant une sorte de dextérité pour cette opération, je n'y réussis pas toujours. Cette opération ainsi que les précédentes, exige que l'on tienne le pouce et l'index sous la cavité des pattes de devant, pendant que l'on tient fortement les pattes de derrière des trois autres doigts. De cette manière l'animal ne peut faire le moindre mouvement pendant l'opération.

Je crois que la manière que je viens d'indiquer pour la séparation de la moëlle épinière est plus efficace que celle qu'adopte Volkmann (voy. Müller's *Archiv*. 1838 p. 19).

IV. Lorsque tout a eu lieu de la manière rapportée dans l'expérience III, mais qu'en outre on a prolongé la séparation des deux parties latérales de la moëlle épinière au dessus de la coupure transversale, l'irritation de la partie antérieure du corps, occasionnera les mêmes phénomènes qu'une pareille irritation, lorsque l'animal est traîté de la manière rapportée à l'expérience I. Mais en touchant à l'une des pattes de derrière, il y aura mouvement convulsif dans la partie antérieure du corps, tandis que le mouvement de réflexion n'aura lieu que dans la patte touchée, et non dans l'autre.

V. Lorsque tout ceci a lieu exactement de la manière rapportée aux expériences III et IV, et qu'on a de plus tranché l'un des cordons postérieurs, de sorte qu'une moitié de la moëlle épinière est non seulement complètement séparée de l'autre, mais encore mise hors de toute liaison avec la partie antérieure, tandis que l'autre moitié n'est unie à la partie antérieure de la moëlle épinière que par l'un des cordons postérieurs, il ne résultera nul mouvement lorsqu'on touche à l'une des pattes de derrière, pourvu que la séparation des deux moitiés de la *medulla spinalis* ait été faite *complètement*. Si au contraire les deux moitiés n'ont pas été complètement tranchées près de la *cauda equina*, ou si celle des deux moitiés qui n'est plus en rapport avec la partie antérieure de la moëlle épinière, a été séparée *au delà* de la ligne intermédiaire, l'irritation de cette patte de derrière n'occasionnera du

mouvement de réflexion que dans cette seule patte, tandis qu'une semblable irritation de l'autre patte de derrière causera dans cette dernière non seulement le mouvement de réflexion, mais encore le *tetanus* dans la partie antérieure du corps. Au contraire l'irritation de la partie antérieure de l'animal, naturellement n'occasionnera le *tetanus* que dans cette seule partie.

VI. Lorsqu'après l'opération communiquée à l'expérience I, on tranche en outre à une grenouille toutes les racines antérieures, on ne pourra, après l'empoisonnement au moyen de *Strychine*, reproduire les symptômes de *tetanus* que dans la partie antérieure du corps, soit que l'on irrite les pattes de devant ou celles de derrière par attouchement, ou de toute autre manière.

VII. Lorsque en outre de ce qui a été rapporté à l'expérience VI, on a tranché encore *l'un* des cordons postérieurs, il en résultera les mêmes symptômes, qu'à l'expérience citée. Ainsi l'on peut renouveler les symptômes de *tetanus* dans cette partie antérieure du corps, en irritant cette patte de derrière, dont les cordons antérieurs et les cordons postérieurs avaient été complètement tranchés, tout aussi bien que par l'irritation de l'autre patte de derrière.

Ce fait, que nous remarquons aussi à l'expérience II, est d'une importance extraordinaire.

VIII. Après avoir préparé l'animal de la manière rapportée à l'expérience VI, et divisé ensuite les deux parties latérales de la moëlle épinière dans la

ligne intermédiaire, jusqu'un peu au delà de la coupure transversale des cordons antérieurs, il en résultera la même chose qu'à l'expérience VI.

IX. Lorsqu'on prive un animal, traité de la manière rapportée à l'expérience I: de toutes les racines postérieures des pattes de derrière, on ne peut faire des expériences que sur la partie antérieure du corps, et ce n'est qu'ici que l'irritation de cette partie produit le mouvement convulsif (*a*).

X. Lorsque au lieu d'enlever les racines antérieures (comme à l'expérience VI), on enlève en partie les deux cordons antérieurs sous la coupure transversale, le résultat n'en est pas moins le même qu'à l'expérience susdite.

XI. De même les symptômes n'éprouveront aucun changement lorsqu'en outre on sépare les deux cordons postérieurs dans la ligne intermédiaire, jusqu'à la coupure transversale ou un peu au delà.

XII. Lorsqu'on a enfin tranché l'un des deux cordons postérieurs qu'on a séparés, l'irritation de l'une des pattes de derrière, renouvellera encore (au moyen de ce quart de la moëlle épinière) le mouvement convulsif dans la partie antérieure du corps.

(*a*) Stannius a prétendu que l'empoisonnement ne pourrait avoir lieu dans les pattes de derrière lorsque la moëlle épinière était entièrement tranchée et qu'on avait enlevé toutes les racines de nerfs postérieurs, des pattes de derrière (Müller's *Archiv* 1837). On verra dans la suite que cette opinion n'est nullement fondée.

Il faut aussi avoir soin, en enlevant les cordons antérieurs, suivant ces trois dernières expériences, de ne pas emporter une trop grande partie de la *substantia cinerea* (ni par conséquent de la *substantia gelatinosa*), puisque par là on priverait les cordons postérieurs de la faculté de commnniquer le sentiment réel et le sentiment de réflexion. Je donnerai là-dessus les indications nécessaires, en expliquant les dites expériences.

XIII. Lorqu'on ouvre la colonne vertébrale par derrière, et qu'on tranche dans la région de la troisième vertèbre seulement les cordons postérieurs et non les cordons antérieurs, lorsque ensuite on a soin d'ouvrir la cavité de l'abdomen etc., comme dans les expériences précédentes, afin d'anéantir toute communication entre les vaisseaux sanguins, qui se trouvent devant et derrière les cordons postérieurs qui ont été tranchés; lorsqu'ensuite on introduit dans la bouche de l'animal une ou deux gouttes de la solution de *acétate de strychnine* mentionné à l'expérience I, des mouvements de *tetanus* se manifesteront quelque temps après dans les pattes de derrière comme dans celles de devant. Cependant les pattes de derrière ne resteront pas si complètement raides ni si constamment *tétaniques* que lorsque la circulation du sang n'a point été anéantie entre les parties antérieures et postérieures du corps.

Ordinairement le plus léger attouchement des pattes de devant suffit pour reproduire ces mouvements convulsifs, mais il n'en est pas de même d'un *léger*

attouchement des pattes de derrière. Si ce dernier attouchement est moins léger, l'ébranlement de l'animal (soit immédiatement par l'attouchement, soit indirectement par le mouvement de réflexion excité dans les pattes de derrière), accasionne un violent mouvement *tétanique* dans la partie antérieure du corps, et par conséquent également dans les pattes de derrière, quoique avec moins de force dans ces dernières, comme il a été dit plus haut. Quelquefois, moyennant un léger attouchement des pattes de derrière, on parvient à produire du mouvement de réflexion dans ces derrières, sans que les pattes de devant, ni par conséquent les pattes de derrière deviennent *tétaniques*.

Ce qui vient d'être dit, avait lieu lorsque les cordons postérieurs avaient été complètement tranchés, (quelquefois même la substance grisâtre pouvait être entièrement coupée); mais lorsque les cordons postérieurs n'étaient pas tranchés parfaitement (*) si la partie postérieure de la substance grisâtre (*substantia gelatinosa*) n'avait pas été détruite, mais seulement la *substantia medullaris postica* l'attouchement même le plus léger des pattes de derrière occasionnait toujours des mouvements *tétaniques*.

XIV. Lorsque, en outre de ce qui a été rapporté à l'expérience XIII, on a tranché encore l'un des

---

(*) Cela est naturellement difficile à déterminer. C'est l'opération et les symptômes qui doivent nous guider pour en juger.

cordons antérieurs, de sorte qu'il n'existe en un certain lieu qu'un seul cordon antérieur, l'empoisonnement se manifestera dans les deux pattes de devant et dans l'une des pattes de derrière, tandis que dans l'autre patte de derrière, du côté de la quelle la moitié de la *medulla spinalis* était complètement tranchée, il n'y aura que mouvement de réflexion à moins qu'on n'ait donné à l'animal une quantité extraordinaire de *strychnine.*

XV. Lorsqu'on a réitéré l'expérience XIII, et qu'on sépare ensuite la *medulla spinalis* de la manière qui a été décrite à l'expérience III, les symptômes ne diffèreront point de ceux de la dite expérience XIII; excepté que, si parfois on réussit à provoquer du mouvement de réflexion (*) en touchant légèrement à l'une des pattes de derrière sans occasionner du *tetanus* par ébranlement, ce mouvement de réflexion ne pourra se manifester que dans l'une des pattes à la quelle on a touché.

XVI. Si la séparation a été opérée un peu au dessus de la coupure transversale, il en résultera la même chose.

XVII. Si l'opération a été faite de la manière rapportée à l'expérience XV ou XVI, et si l'on a en outre tranché l'un des cordons antérieurs, l'attouchement de l'une des pattes de derrière ou des

---

(*) Qui ne peut avoir lieu que lorsque la séparation de la moëlle épinière a été opérée, comme il a été dit ci-dessus à l'expérience V.

deux pattes de devant offrira le même résultat qui a été rapporté à l'expérience XV ; tandis qu'en ce cas l'attouchement de l'autre patte de derrière n'y produira aucun mouvement de réflexion ; mais le contraire aura lieu si la séparation a été opérée, comme il a été dit à l'expérience V, pag. 57 qu'elle devrait être faite pour occasionner du mouvement de réflexion.

XVIII. Si l'opération eût été faite, comme dans l'expérience XIII, et si en outre on eût tranché toutes les *radices nervorum posteriores* devant les pattes de derrière, il en résulterait les mêmes symptômes qu'à l'expérience XIII, mais seulement par suite de l'irritation de la partie antérieure du corps, tandis que les pattes de derrière seraient susceptibles de mouvement, mais non d'irritation.

XIX. Si l'on joint encore à cette dernière expérience l'opération de trancher l'un des cordons antérieurs, le mouvement tétanique dans l'une des pattes de derrière, dont un cordon est encore uni à la moëlle épinière, ne peut avoir lieu que par irritation de la partie antérieure du corps.

Ce n'est que par attouchement de la moëlle épinière elle-même au dessous de la coupure transversale, que peut avoir lieu le *mouvement de réflexion impropre* (*a*).

(*a*) Je comprends dans ce terme les contractions de muscles aussi bien que le spasme. J'expliquerai plus bas à quel égard ces *mouvements impropres* sont différents des *mouvements propres*.

XX. Si après une opération comme celle qui a été rapportée à l'expérience XVIII, on sépare les deux parties latérales de la moëlle épinière jusqu'à la coupure transversale ou même jusqu'au delà, les symptômes n'en restent pas moins les mêmes qu'à l'expérience susdite.

XXI. Une grenouille opérée comme il a été dit à l'expérience XIII, et privée en outre de toutes les racines de nerfs antérieures des pattes de derrière, offre les mêmes effets que ceux qui sont rapportés à l'expérience IX.

XXII. Si l'on coupe et enlève entièrement à un animal les deux cordons postérieurs de la partie inférieure de la *medulla spinalis* (mais sans trop emporter de la *substantia gelatinosa*) au lieu de simplement les trancher (comme dans les expériences précédentes), tous les résultats seront semblables à ceux de l'expérience XVIII.

XXIII. On obtient encore les mêmes résultats si, en outre de ce qui a été dit à l'expérience XXII, les deux cordons antérieurs sont divisés jusqu'à la région de la troisième vertèbre.

XXIV. Lorsqu'on a tranché l'un de ces deux cordons séparés (voyez l'exp. XXIII), il pourra néanmoins exister du mouvement convulsif dans l'une des pattes de derrière, uniquement au moyen du seul cordon antérieur de la *medulla spinalis* qui est resté.

En enlevant les cordons postérieurs comme il a été rapporté aux expériences XXII, XXIII et XXIV

il faut avoir grand soin de ne pas trop emporter de substance, surtout pas trop de *substantia gelatinosa*, puisque par là on priverait les cordons antérieurs du pouvoir de communiquer le mouvement aux nerfs. On verra la cause de ceci par l'explication des expériences.

XXV. Lorsqu'on a entièrement tranché à une grenouille le cordon antérieur, de même que le cordon postérieur de l'une des moitiés de la *medulla spinalis* dans la région de la troisième vertèbre (et naturellement aussi la *substantia cinerea* qui se trouve entre les deux), l'animal ne perdra rien du *sentiment* (*a*) ni *suivant l'apparence* du mouvement vo-

---

(*a*) L'expérience suivante (que je me propose de décrire en détail dans la seconde section de ce traité), sert à demontrer que *l'animal n'a rien perdu du sentiment réel dans la patte de derrière du côté où la moitié de la moëlle épinière a été tranchée.* On tranche du côté où la moitié de la moëlle épinière a été coupée (soit le côté gauche) les *radices nervorum antériores* de la patte de derrière. On laisse ensuite l'animal en repos pendant quelques minutes, et on irrite ensuite cette patte gauche de derrière, l'animal donnera aussitôt des signes de *douleur*, en remuant *d'abord* les pattes de devant, et *ensuite* la patte droite de derrière. La preuve, que ce mouvement ne saurait être un *mouvement de réflexion*, résulte de ce que non seulement nul mouvement de réflexion ne peut être provoqué dans la patte gauche de derrière, mais encore que par cette même patte nul mouvement ne saurait être communiqué directement à aucune autre partie du corps. J'aurai occasion de montrer cela d'une manière évidente.

lontaire (*a*), et par là même il ne perdra rien du sentiment de réflexion, ni du mouvement de réflexion. Si l'animal à été empoisonné de la manière prescrite dans les expériences I et XIII, les résultats seront tels qu'à l'expérience XIV, excepté que le plus léger attouchement de l'animal, en quelque endroit du corps que ce soit, provoquera les mouvements tétaniques dans les deux pattes de devant, et dans l'une des pattes de derrière.

XXVI. Lorsqu'on a tranché à une grenouille le cordon antérieur dans la région de la troisième vertèbre, sur une moitié de la *medulla spinalis*, et le cordon postérieur sur l'autre moitié, les résultats seront en tout semblables à ceux que nous venons de rapporter à l'expérience XXV.

XXVII. Lorsqu'on ouvre le canal vertébral d'une

Peut-être *cette expérience est-elle la plus propre à manifester le sentiment réel, et à empêcher de le confondre avec le mouvement de réflexion.* Lorsqu'on a empoisonné un animal ainsi opéré, sans détruire la circulation de sang dans les membres antérieurs et postérieurs, et qu'on irrite la patte gauche de derrière, le résultat se montre encore plus clairement.

(*a*) Je trouverai occasion de développer ceci dans la suite; pour le moment je n'en dirai que deux mots: *l'animal n'a conservé le mouvemént volontaire que dans l'une des pattes de derrière;* mais par ce mouvement le mouvement de réflexion dans l'autre patte de derrière (du côté où la *medulla spinalis* a été entièrement tranchée) est provoqué à un mouvement semblable à celui qui se manifeste dans la patte non paralysée.

grenouille depuis la seconde jusqu'à la sixième vertèbre, que l'on tranche ensuite immédiatement sous la patte de devant l'une des moitiés, soit la moitié gauche de la moëlle épiniere jusqu'à la ligne intermédiaire dans la région de la deuxième vertèbre: lorsqu'on tranche ensuite l'autre moitié, c'est-à-dire la moitié droite de la moëlle épinière, pareillement jusqu'à la ligne intermédiaire dans la région de la cinquième vertèbre, l'on verra que l'animal a perdu tout mouvement volontaire dans les pattes de derrière, mais que néanmoins le mouvement volontaire de la partie antérieure du corps occasionne du mouvement de réflexion dans les pattes de derrière, (ce dernier mouvement se manifeste plutôt dans la patte gauche et beaucoup moins dans la patte droite). Il y a plus: le sentiment réel n'est nullement détruit dans ces pattes de derrière, car en les irritant fortement, (surtout la patte gauche de derrière), l'animal manifeste clairement un sentiment de douleur. Comparez à cette expérience celle qui est décrite dans la seconde section de ce traité, savoir la XLVIIème.

Le mouvement de réflexion est tout aussi peu détruit de la partie postérieure vers la partie antérieure du corps, et de celle-ci vers la première; car l'effet de la *strychnine* se porte encore immédiatement de la partie postérieure dans les membres antérieurs, et de ces derniers dans les membres postérieurs. Ce qui suit le prouve avec évidence.

Lorsqu'on détruit la circulation du sang entre les parties antérieures et postérieures du corps de la manière que j'ai déja plusieurs fois indiquée, et qu'on introduit un peu de *strychnine* dans la bouche de l'animal, on verra un peu plus tard, l'effet du poison se manifester dans l'une des pattes de derrière et dans les deux pattes de devant. Lorsque le mouvement *tétanique* a cessé, et qu'on touche, même légèrement, aux pattes de devant, il y aura mouvement convulsif dans l'une des pattes de derrière, et mouvement de réflexion dans l'autre, tandis qu'au contraire le mouvement *tétanique* sera provoqué dans les pattes de derrière, lorsqu'on touche aux pattes de derrière. On pourra tracer le même rapport entre le mouvement de réflexion dans les parties de l'animal, lorsqu'il n'a pas été empoisonné, mais qu'on lui a simplement tranché la tête.

XXVIII. Lorsqu'on tranche à une grenouille les deux moitiés de la moëlle épinière, à peu de distance l'une de l'autre, par exemple, d'un côté dans la région de la troisième vertèbre, et de l'autre dans celle de la quatrième, toute provocation de sentiment et de mouvement, soit réel ou de réflexion, est absolument impossible, soit des parties de derrière vers celles de devant, soit en sens contraire (*a*).

(*a*) Cette expérience, déja faite par Kronenberg, semble refuter la précédente, et donner lieu à soupçonner que la circulation dont je parlerai plus loin, n'existe point dans la *substantia cinerea*. Mais le contraire est vrai. Si

XXIX. Lorsqu'on ouvre le canal vertébral par derrière, que l'on coupe des deux cordons postérieurs dans la région de la troisième vertèbre un morceau de la dimension d'une ligne ; lorsque ensuite on enlève avec la plus grande précaution, dans l'ouverture une portion aussi grande que possible de la substance de la *medulla spinalis*, sans trancher les cordons antérieurs, afin de s'assurer que toute la *substantia gelatinosa* est détruite en cet endroit ; lorsqu'on pose ensuite l'animal à terre, il est vrai que dans les premiers instants, et souvent pendant une demi-heure après l'opération, on ne remarquera point de mouvement volontaire dans les pattes de derrière de l'animal ; mais ce mouvement se manifeste ensuite par degrés, et *il se montra tres-distinctement*, quoique pas toujours avec la même force, dans les divers individus, sur lesquels je fis cette expérience.

---

la transmission dans ce cas ne se fait point par la *substantia cinerea*, c'est parceque le morceau de cette substance qui se trouve entre les deux parties tranchées, n'est pas assez étendu pour opérer cette transmission : d'ailleurs la circulation par la *substantia cinerea* est impossible dans l'expérience décrite ici, parceque dans la transmission d'un côté à l'autre, les conditions sous lesquelles le sentiment et le mouvement peuvent exister, ne doivent pas manquer entièrement à l'endroit, d'où cette transmission doit partir. Et dans le cas décrit ici les nerfs du sentiment et ceux du mouvement sont détruits les uns et les autres, dans la petite partie, qui se trouve entre les deux coupures.

Lorque ensuite on ouvre la cavité de l'abdomen et qu'on prépare l'animal de la manière indiquée, afin d'empêcher la circulation du sang des parties antérieures vers les parties postérieures du corps; lorsqu'on introduit ensuite un peu de *strychnin* dans la bouche, le mouvement *tétanique*, provoqué dans les pattes de derrière par l'irritation des pattes de devant, sera *quelquefois* (*a*) presque aussi forte au bout de quelques minutes que si l'opération de la moëlle épinière ne se fût point faite. Et si l'on fait maintenant des expériences exactes sur un animal ainsi préparé et empoisonné, on verra que par l'irritation des pattes de derrière, moyennant des pinces ou de l'acide concentré, le mouvement de réflexion ne sera transmis ni des parties postérieures du corps vers les parties antérieures, ni de ces dernières vers les premières.

Cette expérience est extrêmement difficile à effectuer, parceque l'irritation ne doit pas être trop forte, vû que l'ébranlement causé par le mouvement des pattes de derrière fait également mouvoir celles de devant (*b*), mais j'ai fait cette expèrience à diverses reprises, jusqu'à ce que je fus pleinement convaincu de ce que je viens d'avancer.

(*a*) *Quelquefois*, et non pas toujours. J'en indiquerai la raison plus loin.

(*b*) Aussi ne faut-il pas prendre dans aucune des expériences précédentes *une trop forte dose de strychnin*, parceque cela peut également faire échouer l'expérience, comme je le ferai voir dans la suite.

Pour le prouver d'une manière aisée, on peut, après avoir préparé la moëlle épinière de la manière énoncée, trancher la tête sans opération ultérieure et sans empoisonnement, et l'on verra les mêmes effets de l'irritation des pattes de devant et de derrière, que ceux que je viens de décrire, savoir qu'il n'existe nul mouvement de réflexion des pattes de devant vers les pattes de derrière, ni de ces dernières vers les premières.

XXX. Lorsqu'on ouvre par derrière le canal vertébral d'une grenouille, qu'on tranche toute la moëlle épinière, excepté quelques fibres de la substance blanchâtre antérieure (*a*), l'animal après l'opération ne pourra d'abord faire le moindre mouvement des pattes de derrière; mais au bout de quelques minutes, on voit que l'animal fait graduellement de grands efforts pour exercer le mouvement volontaire qui lui est dabord très difficile, mais qui devient ensuite moins pénible. En attendant l'animal ne pourra exercer le moindre mouvement avec les pattes de derrière, sans un effort violent et très-visible de sa volonté.

Lorsque après les préparatifs plusieurs fois menti-

(*) Cette expérience est moins difficile qu'elle parait l'être et quoique je l'aie souvent réitérée, elle n'a échoué que rarement. J'ai déja fixé l'attention sur cette expérience dans le *traité sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière*, que j'ai publié l'année derrière (1838) (voy. Traité premier p. 9 et *Tijdschr.* V p. 182.)

onnés ci-dessus par rapport à la circulation du sang, l'animal a été empoisonné, il est très *souvent* arrivé que l'empoisonnement avait lieu seulement dans la partie antérieure du corps, et non dans la partie postérieure. Cependant il est arrivé *plusieurs fois* que l'empoisonnement avait lieu aussi bien dans la partie postérieure que dans l'antérieure.

La première chose avait lieu principalement lorsqu'on n'avait pas employé beaucoup de *strychnin* pour l'empoisonnement; la seconde, lorsque la dose de *strychnin* avait été considérable, il semble donc que le poison soit reçu mécaniquement de la partie antérieure de la moëlle épinière par la partie postérieure de celle-ci. Lorsqu'un animal ainsi préparé n'a point été empoisonné, on ne peut, après avoir tranché la tête, pas plus exciter du mouvement de réflexion dans les pattes de devant en irritant celles de derrière, que dans les pattes de derrière en irritant celles de devant.

XXXI. Lorsqu'on enfonce dans la moëlle épinière dépouillée par derrière, on petit couteau très-fin, large d'un ligne, dans la région de la troisième vertèbre, entre les cordons antérieurs et les postérieurs, de sorte qu'en dessus de l'une des surfaces du couteau, il ne reste des cordons postérieurs que la *substantia medullaris*, et qu'en dessous du couteau il y ait toute la *substantia cinerea* de cette partie de la moëlle épinière, ainsi que les cordons antérieurs; lorsque ensuite ou tranche entièrement les parties en dessous du couteau, pour s'assurer

que la partie antérieure n'est unie à la partie postérieure dans la région de la troisième vertèbre que par la partie médullaire des cordons postérieurs ; lorsqu'après cela on ouvre la cavité de l'abdomen et qu'on détruit la circulation du sang entre les parties antérieures et postérieures du corps, (comme il a été dit plus haut) ; enfin lorsqu'après ces opérations on met un peu d'acétate *strychnine* dans la bouche, on verra les mêmes symptômes qu'à l'expérience Ière, avec cette particularité seulement, que le mouvement de réflexion dans la partie antérieure du corps n'est pas *directement* excité par l'irritation des pattes de derrière.

Je dis *directement*, car si l'expérience n'est pas faite très-exactement, la partie antérieure de l'animal qui a été empoisonnée peut *indirectement*, par l'ébranlement du corps, subir des mouvements convulsifs (des contractions), qui naturellement ne dépendent pas immédiatement de la moëlle épinière irritée de la partie postérieure de l'animal.

Ces mêmes résultats se font voir encore plus distinctement, lorsque l'animal n'a pas été empoisonné, (et que par conséquent on n'a pas besoin d'ouvrir la cavité de l'abdomen), mais qu'on lui tranche simplement la tête après que la moëlle épinière a été préparée comme ci-dessus, dans la région de la troisième vertèbre.

Je me suis complètement convaincu que le sentiment n'est pas détruit dans une grenouille, dont la moëlle épinière a été préparée de cette manière.

Car en faisant de nombreuses expériences à cet effet, je suis parvenu quelquefois à observer un mouvement soudain de douleur dans la partie antérieure de l'animal en irritant les pattes de derrière. Mais cela est arrivé très-rarement, et jamais sans que j'eusse laissé reposer l'animal pendant long-temps, (pendant une demi-heure ou une heure entière), après avoir tranché la moëlle épinière de la manière souvent décrite plus haut, sans faire aucune opération ultérieure, et en faisant au bout de ce temps l'irritation, en appliquant subitement sur l'une des pattes de derrière l'acide sulphurique concentré. — Afin de me convaincre que ce mouvement n'avait pas lieu d'une manière indirecte par le mouvement de la partie antérieure du corps, j'ai fréquemment tenu dans la main pendant quelque temps les pattes de derriére et appliqué ensuite tout-à-coup l'acide sulphurique à l'un des orteils. Aussi ne restait-il plus le moindre doute que ce mouvement ne fût point un mouvement de réflexion, car si l'animal sur lequel j'avais fait ces observations, était ensuite *fortement* empoisonné moyennant la *strychnine*, la plus forte irritation ne pouvait plus provoquer *directement* du mouvement dans la partie antérieure de l'animal, aussi peu que lorsqu'on avait tranché la tête à ce dernier, sans l'empoisonner.

L'apparition subite du mouvement que j'ai plusieurs fois observée, après l'irritation, m'a également donné la certitude que ce mouvement n'était point accidentel. Cependant ces symptomes de dou-

leur, on le conçoit aisément, ne se manifestèrent pas toujours, et je n'ai jamais pu les faire paraître lorsque je voulus les observer de suite après l'opération (*a*).

XXXII. Lorsqu'on enfonce un petit couteau à deux tranchants dans la région de la troisième vertèbre, comme dans l'expérience précédente, entre la substance blanche postérieure et le reste de la moëlle épinière, de manière qu'on aît la certitude que la substance grise se trouve sous le couteau, et rien que la *substance medullaris postica* au dessus; lorsqu'on tire ensuite le couteau de la moëlle épinière; que l'on tranche ensuite toutes les racines antérieures de nerfs depuis cet endroit, où la moëlle épinière avait été percée, et qu'ensuite on laisse reposer l'animal pendant quelque temps, on verra que l'animal fera du mouvement de la tête et des pattes de devant, lorsqu'on irrite les pattes de derrière. Cela doit être considéré comme un signe de douleur, car si l'on tranche *entièrement* la tête d'une

---

(*a*) Le meilleur moyen en ce cas, de découvrir la douleur, c'est ce qui est communiqué dans l'expérience suivante, savoir: on tranche les racines antérieures de nerfs d'une ou des deux pattes de derrière, on irrite ensuite l'une de ces pattes ou les deux ensemble. Après cela (les circonstances étant favorables), la douleur doit se manifester dans la partie antérieure du corps. Comparez à ceci la note *a*) de la page 65, et *Over de voorste en achterste strengen enz.* Tijdschrift Vde deel bl. 175. *Premièr traité*, page 26.

grenouille ainsi préparée, il est souvent impossible d'exciter du mouvement de réflexion dans les pattes de devant en irritant celles de derrière. Cependant lorsque j'avais *fortement* empoisonné la partie antérieure de l'animal moyennant la *strychnine*, sans trancher la tête, l'irritation des pattes de derrière causa (d'une manière *indirecte*), des mouvements *tétaniques* dans les pattes de devant.

(Cette expérience prouve, comme celle qui la précède, que la seule *masse médullaire postérieure* ne peut produire le mouvement de réflexion. — Voyez sur cette expérience et la suivante, le *supplément* à la fin de ce traité).

XXXIII. Lorsque j'avais enfoncé le petit couteau, non pas entre la masse médullaire supérieure mais entre la masse médullaire inférieure et le reste de la moëlle épinière, et qu'ensuite, après avoir retiré le couteau de la blessure, je tranchai toutes les racines postérieures de nerfs situées derrière cette blessure, l'animal pouvait naturellement, au bout de quelques minutes, faire de ses pattes de derrière des mouvements volontaires (quoique *faibles*, parce qu'il était privé des nerfs de sentiment); mais lorsque j'avais entièrement tranché la tête, je ne pouvais *souvent* provoquer le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière en irritant celles de devant.

XXXIV. Ouvrez l'entière cavité de la moëlle épinière d'une grenouille; tranchez dans la région de la troisième vertèbre les deux cordons antérieurs;

tranchez ensuite, à $\frac{1}{2}$ ou à une ligne au dessus des pattes de devant les deux cordons postérieurs. Naturellement l'animal ne fera point de mouvements volontaires de ses pattes de derrière, mais du mouvement de réflexion sera communiqué des pattes de derrière à celles de devant, ce qui se manifeste surtout lorsqu'on tranche la tête à un animal ainsi préparé. C'est un fait que j'ai déjà fait observer dans le premier traîté.

Lorsqu'on tranche encore les racines de nerfs postérieures des deux pattes de devant, le mouvement de réflexion n'en est pas moins communiqué de la partie postérieure à la partie antérieure (des pattes de derrière à celles de devant).

Lorsqu'on ne tranche point la tête à l'animal, mais qu'on l'empoisonne avec la *strychnine*, après avoir détruit la circulation du sang de la manière rapportée, les symptômes seront les mêmes par rapport à la transmission du mouvement de réflexion (*), tandis que naturellement les symptômes

---

(*) Cela se fait par conséquent par les cordons postérieurs, qui transmettent le sentiment de réflexion des pattes de derrière à celles de devant, et causent le mouvement de réflexion dans ces dernières.
Cela se fait par la *substantia gelatinosa* qui a reçu l'impression des nerfs de sentiment des pattes de derrière et qui transmet de suite et en partie cette impression à la *subst. spongiosa* des pattes de derrière, la laisse en partie se répandre par elle-même jusqu'à la *subst. spongiosa* des pattes de devant, qui par là se mettent également en mouvement.

d'empoisonnement ne s'étendent point jusqu'aux pattes de derrière.

XXXV. Lorsqu'on a tranché les cordons postérieurs à l'endroit de la troisième vertèbre, la tête de l'animal, proche des pattes de devant, et ensuite les racines postérieures de nerfs des pattes de derrière, on verra néanmoins s'élever du mouvement de réflexion dans les pattes de derrière, quand on irrite celles de devant. La même chose a lieu, si outre cela on a tranché les racines antérieures de nerfs des pattes de devant.

L'empoisonnement de l'animal, *sans que la circulation du sang eût été détruite*, occasionnait le *tetanus* dans les pattes de derrière lorsqu'on irritait celles de devant.

XXXVI. Nous avons vu dans les deux expériences précédentes, qu'après avoir tranché les cordons antérieurs et postérieurs derrière le point où la volonté exerce son influence en dernier lieu (ce qui est à l'origine du *nervus vagus*, comme je trouverai occasion de le démontrer plus tard), on

---

Ce qui prouve que c'est effectivement la *subst. gelatinosa* qui communique cette impression, c'est que lorsqu'en tranchant les cordons antérieurs dans la région de la troisième vertèbre, on emporte une trop grande portion de la substance grise des cordons postérieurs, la transmission du sentiment de réflexion des pattes de derrière à celles de devant n'a point lieu. Tout ceci se montrera plus clairement à l'explication de ces expériences dans la seconde section de ce traité.

peut néanmoins conduire le mouvement de réflexion de la partie postérieure à la partie antérieure du corps, et de cette dernière à la première, au moyen de la *subst. cinerea.* Je voulus maintenant examiner si cette opération de la substance grise peut également être démontrée, en tranchant les cordons antérieurs et les deux postérieurs les uns proche des autres, par exemple les postérieurs dans la région de la troisième vertèbre, et les antérieurs dans celle de la quatrième, ou en sens contraire; mais cela n'était point. Après cette opération il n'y avait plus la moindre transmission de sentiment ni de mouvement de la partie antérieure du corps à la partie postérieure, ni de cette dernière partie à la première.

L'empoisonnement au moyen de la *strychnine* acétique, après que la circulation du sang entre les parties antérieures et postérieures du corps avait été détruite, produisait naturellement les symptômes *tétaniques* dans les pattes de devant, mais non dans celles de derrière.

EXPLICATION DES EXPÉRIENCES.

Outre que ces expériences confirment complètement ce que j'ai démontré précédemment, savoir que *les cordons antérieurs sont uniquement destinés pour le mouvement, et les cordons posté-*

rieurs uniquement pour le sentiment, elles ont servi à me donner une connaissance plus exacte des fonctions de la moëlle épinière.

Ces expériences donnent la plus grande probabilité au fait suivant, savoir *qu'il existe une circulation réelle dans les fonctions du systême des nerfs de la medulla spinalis.*

Les cordons postérieurs de la *medulla spinalis* reçoivent les impressions et les portent au cerveau ; c'est ici que naît le *sentiment ;* à proportion de ce sentiment l'animal exerce des mouvements, *mouvements volontaires.* J'ai déjà fixé l'attention de mes lecteurs sur cette sorte de circulation, dans mon traité : *de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae*, mais à cette époque je n'avais que des contemplations physiologiques pour étayer mon systême. Maintenant j'ai des faits matériels, qui m'ont fait connaître une circulation réelle, et cette dernière peut se démontrer par les expériences déjà rapportées comme existant dans la *medulla spinalis*, surtout entre le *sentiment de réflexion* et le *mouvement de réflexion.*

Lorsque les impressions reçues par les cordons postérieurs ne sont point transmises au cerveau, mais directement aux cordons postérieurs, il n'en résulte point de sentiment réel, mais du mouvement. Ce mouvement, comme on le sait, est du mouvement de réflexion, l'impression reçue et opé-

rant de cette manière est ce que j'appelle sentiment de réflexion (*a*).

Les expériences XXXI et XXXII nous ont fait voir que le sentiment de réflexion n'est point reçu par la *masse médullaire* des cordons postérieurs ; les expériences XXIX et XXX montrent évidemment que la *masse médullaire* des cordons antérieurs ne peut elle seule communiquer ou transmettre du mouvement de réflexion ; et l'expérience XXVII ne laisse aucun doute qu'en tranchant les deux masses, (la *substantia medullaris antica* et la *subst. med. postica*), on puisse voir naître du sentiment de réflexion et du mouvement de réflexion. Or les expériences XXIX et XXX nous font d'ailleurs connaître que la seule substance médullaire des cordons antérieurs suffit pour exercer du mouvement volontaire, tandis que les expériences XXXI et XXXII nous ont fait voir qu'il n'y a que la *masse médullaire* des cordons postérieurs qui puisse transmettre le sentiment réel.

Avant d'aller plus loin, je veux encore rappeler au lecteur ce que j'ai déja fait observer l'année

---

(*a*) Henle, qui a eu la bonté de publier un précis de mon traité, écrit l'année derrière : *sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière*, ne m'a pas bien compris, et je ne doute nullement qu'il ne renonce à sa remarque sur ma dénomination de *sentiment de réflexion*, aussitôt qu'il aura lu le présent traité. Voyez Schmidt, *Jahrbücher*, l. c.

dernière, savoir qu'un faible attouchement des cordons provoque du mouvement dans différents muscles selon qu'on applique cette irritation à différents endroits de la *medulla spinalis* (*a*). (Des expériences plus récentes m'ont prouvé que la même chose arrive par suite de l'irritation (mais pas trop faible) des cordons postérieurs ; — mouvement de réflexion impropre).

Ce dernier symptome qui (contraire à la supposition que la *medulla spinalis* doive être considérée comme un assemblage des différents nerfs ou pour mieux dire, comme composé des différents nerfs qui y prennent leur origine), ce dernier symptôme prouve que les nerfs naissent dans divers endroits de la moëlle épinière, et contribue beaucoup à confirmer ma théorie sur les diverses parties de la *medulla spinalis*, que je dois à mes expériences (*b*).

Ainsi nous savons que le sentiment réel n'est conduit au cerveau que par la masse médullaire

---

(*a*) Voyez *Traité premier* page 11, Tijdsch. V. 160.

(*b*) Les savants ne s'accordent pas sur les issues des nerfs. E. H. Weber, connu par ses recherches exactes, croit avoir vu qu'ils se terminent dans la substance grise ; le célèbre Valentin affirme que les nerfs passent dans la substance blanche de la moëlle épinière et delà dans celle du cerveau. Les expériences que j'ai faites me donnent la conviction que les nerfs ont leur issue dans la substance grise, et que ce ne sont pas seulement les nerfs, mais encore les substances blanches elles-mêmes qui abandonnent successivement des filaments de nerfs très-fins à la substance grise.

postérieure ; que le *mouvement volontaire* se fait seulement par la massa médullaire des cordons antérieurs ; que le sentiment de réflexion et le mouvement de réflexion se répandent ou se communiquent moyennant la substance grise.

Ces divers symptômes me mettent á portée d'ajouter à ce que j'ai dit, les explications suivantes.

Avant d'y procéder, il faut que je revienne sur la découverte de Rolando, qui a été confirmée l'année dernière par R. Ramak, savoir, que la partie antérieure de la substance grise de la moëlle épinière consiste en *substantia spongiosa*, et la partie postérieure en *substantia gelatinosa*.

Qu'on se figure maintenant la moëlle épinière comme composée de quatre parties, savoir : 1° de *substantia medullaris postica ;* 2° de *substantia gelatinosa ;* 3° de *substantia spongiosa*, et 4° de *substantia medullaris antica.* Il est connu que les deux substances médullaires se réunissent dans les côtés (*a*).

Les diverses fonctions se font de la manière suivante.

Les nerfs de sentiment transmettent les impressions à l'endroit où, selon ma manière de voir, elles ont leur issue, c'est-à-dire, à la *substantia gela-*

(*a*) Je ferai ultérieurement des expériences pour découvrir de quelle utilité physiologique *spéciale* sont les parties latérales de la *med. spinalis.* Les recherches de F. Arnold m'en offrent l'occasion la plus favorable.

tinosa, qui quelquefois les communique immédiatement dans la *masse medullaire postérieure*, *ce qui fait naître le sentiment réel*; ou ces impressions se transmettent *directement* à la *substantia spongiosa* (où, j'en suis sûr, les nerfs moteurs prennent leur origine), ce qui est *la cause du mouvement de réflexion*, ou encore, les impressions communiquées à la *substantia gelatinosa* passent aux substances *spongiosa* ou *medullaris postica*; et alors nous voyons paraître à la fois *le mouvement de réflexion* et *le sentiment réel*.

La transmission des impressions reçues de la *substantia gelatinosa* à la *substantia medullaris postica* se fait invariablement dans une direction *centripète*, et jamais en sens contraire, c-à-d. dans une direction centrifuge. Mais si l'impression est transmise à la *substantia spongiosa* (lorsque, comme je l'ai dit, j'appelle l'impression sentiment de réflexion, et l'effet qu'elle a produit sur la *subst. spongiosa*, mouvement de réflexion) la transmission peut avoir lieu de diverses manières. *a*) De l'endroit où la *substantia spongiosa* reçoit l'impression, cette dernière est immédiatement transférée à la *subst. spongiosa*, où elle cause le même mouvement exercé par un nombre de nerfs presque semblable à celui qu'il faudrait pour recevoir l'impression du sentiment; c'est ce qui a lieu surtout lorsque l'irritation a été très-faible. *b*) L'impression ainsi reçue (sentiment de réflexion) se répand sur une foule de nerfs de mouvement, situés sous l'en-

droit où la *substantia spongiosa* vient de la recevoir ; c'est ce dont on peut se convaincre, lorsqu'on irrite tant soit peu fortement l'une des pattes de devant d'une grenouille à qui on a tranché la tête ; les expériences XXII, XXIII, XXIV et XXV en font preuve. *c*) Le mouvement de réflexion se communique par un bout de chemin dans la *substantia gelatinosa*, et n'exerce qu'alors son influence sur la *substantia spongiosa*. On peut s'assurer de ce fait, lorsqu'on ouvre à une grenouille le canal vertébral par devant, et qu'on enlève des deux côtés les cordons de devant des pattes de derrière, sans toutefois emporter une trop grande portion de substance, et qu'ensuite, après la décapitation de l'animal, on irrite les pattes de derrière ; en ce cas on verra encore s'élever du mouvement dans les pattes de devant. Ce fait est d'ailleurs prouvé par les expériences X, XI, XII, XXXIV. *d*) Le passage du sentiment de réflexion se fait de deux manières que je viens de communiquer sous *a* et *c*. *e*) Le sentiment de réflexion cause du mouvement de réflexion des manières citées sous *b* et *c*, comme nous le voyons par les expériences III, IV et XXXIV, lorsque par exemple on irrite la cuisse d'une des pattes de derrière d'un animal préparé, comme il a été dit à ces paragraphes, il en résultera du mouvement dans les pattes de devant et dans les pattes de derrière qu'on a irritées. *f*) Le sentiment de réflexion exerce son influence aussi bien sur la *substantia spongiosa* du côté opposé, que du côté

où ce sentiment a pris son origine. Voyez l'expérience XXVII.

Nous expliquerons plusbas la manière dont la *substantia gelatinosa* communique à la *substantia medullaris postica* l'impression reçue.

L'expérience I, prouve que les impressions reçues ne sont point communiquées par la *substantia gelatinosa* de la partie antérieure à la partie postérieure. C'est ce que j'ai déjà fait connaître indirectement dans la douzième des expériences que j'ai décrites l'année dernière, en disant que le mouvement de réflexion, dans une grenouille privée de la volonté, ne peut naître dans la partie antérieure du corps que par suite de l'irritation de la partie postérieure, lorsqu'on n'a pas tranché une trop grande partie de la *substantia spongiosa* (*a*).

Le mouvement volontaire se fait de la manière suivante; *le stimulus* (*la volonté*) *se communique par la substantia medullaris antica à la substantia spongiosa* (dans laquelle je prétends que cette substance blanche laisse successivement des filaments extrêmement fins); ici la volonté exerce son action sur les nerfs de mouvement. La volonté a son siège dans le cerveau (*b*), elle peut se com-

---

(*a*) Voyez premier Traité etc. p. 27, 28 (Tijdsch. V. 176, 177)

(*b*) La volonté existe jusqu'à l'endroit où le *nervus vagus* prend son origine dans la *medulla oblongata*. Je le prouverai ensuite.

muniquer sur la totalité des cordons antérieurs de la moëlle épinière, et porte de là ses impressions à la *substantia spongiosa*, où l'effet doit avoir lieu.

Les expériences XXIX et XXX nous ont fait voir que cela est ainsi, et que la *substantia spongiosa* n'est pas partout indispensable pour l'impression de la volonté; car la moëlle épinière avait été entièrement tranchée, excepté la partie antérieure de la *substantia medullaris antica*, et néanmoins l'animal pouvait effectuer des mouvement volontaires des pattes situées derrière la moëlle épinière ainsi préparée; quoique l'impression de la volonté puisse aussi, immédiatement en sortant du cerveau, se transporter de la *substantia medullaris antica* à la *substantia spongiosa*. Encore ne faut-il pas même toute la *substantia medullaris antica* pour mettre en effet la volonté: il suffit de quelques fibres ou filaments de cette substance pour communiquer la volonté de l'animal aux pattes de derrière, soit que ce peu de fibres se trouve au milieu de la *medulla spinalis*, soit que quelques-unes de ces fibres se trouvent sur les deux côtés. Voyez plus haut l'expérience XXX, et Premier Traité p. 33, Tijdschr. V. 182.

De même que l'impression de la volonté se transporte de devant en arriére (du haut en bas) par la *subst. medullaris antica* de la moëlle épinière, de même le sentiment réel se communique de derrière par devant (du bas en haut) au travers de la *subst.*

medull. postica, à partir du point où l'impression est reçue. Ceci non seulement est une conséquence de ce qui précède, mais les expériences XXXI et XXXII d'ailleurs en font foi. Mais, tandis que la VOLONTÉ ne passe de devant en arrière QUE SÉPARÉMENT *par chaque substantia medull. antica*, le SENTIMENT RÉEL, outre qu'il se répand de derrière en avant par chaque *subst. medull. postica*, peut encore se communiquer D'UN DES CÔTÉS à L'AUTRE, *moyennant la subst. gelatinosa.* C'est ce que prouvent déjà les symptômes de l'expérience XXVII (page 67), mais on trouvera dans la seconde section de ce traité la description d'autres preuves encore plus palpables.

Ce qui vient d'être observé nous explique déjà clairement pourquoi dans les paralysies, le sentiment réel manque très-rarement, tandis que le mouvement volontaire y est ordinairement détruit. Car aussitôt que la masse médullaire antérieure d'un des côtés de la moëlle épinière, se trouve, en quelque lieu par pression ou autre cause, empêchée de communiquer par elle l'impression de la volonté, cette volonté ne pourra plus produire de mouvement volontaire de ce côté. Mais si l'un des côtés de la masse médullaire postérieure se trouve en quelque lieu par pression ou autre cause, empêchée de communiquer au cerveau l'impression reçue derrière le lieu d'empêchement, cette impression pourra encore se communiquer de deux autres manières, d'abord en se communiquant, au travers de la *sub-*

stantia gelatinosa à la *masse medull. postica*, située au dessus du lieu d'empêchement, et en second lieu, cette impression pourra se répandre de l'une des *substantia gelatinosa* à celle de l'autre côté. Si, par ex. la *substant. medull. postica dextra* a été tranchée dans la région de la troisième vertèbre, sans que la *subst. gelatinosa* ait été détruite, l'irritation appliquée aux pattes de derrière sera très-bien sentie par l'animal, soit parce que le sentiment la transmet au travers de la *subst. gelatinosa* du même côté à la masse médullaire située au dessus de la blessure; soit parce que l'impression reçue à la patte droite de derrière, est transmise au travers de la *subst. gelatinosa droite* à la *subst. gelat. gauche*, et delà à la *subst. medull. post. sinistra*. Non seulement je me suis convaincu moi-même, mais j'ai convaincu plusieurs autres personnes, que lorsque l'un des côtés de l'épine dorsale d'une grenouille a été tranché à un certain endroit, l'animal n'en perd pas pour cela le sentiment dans ce même côté (excepté pour autant qu'on ait détruit en même temps des nerfs sensitifs), parce que le sentiment est reçu par les nerfs situés au dessous de la blessure, qu'il est transmis de la *substantia gelatinosa* de ce côté à la même substance du côté opposé, et que de cette manière il est reçu par la masse médullaire du côté non tranché. Les expériences faites à ce sujet, sont communiquées dans la seconde section.

On voit par là que pour priver de sentiment

quelque partie du corps, il faut qu'en quelque endroit la *substantia medullaris postica* et la *substantia gelatinosa*, tant du côté droit que du côté gauche, soient mises entièrement hors d'état de transporter les impressions, tandis que le mouvement volontaire est mis hors d'action lorsque seulement les cordons antérieurs d'un seul côté de la moëlle épinière sont empêchés de transmettre l'impression de la volonté (*a*).

L'hemiplegia nous fait voir clairement que l'impression de la volonté ne saurait se transmettre d'un des côtés à l'autre, (du côté gauche au côté droit, ou en sens contraire) ni par la *substantia medullaris antica*, ni par la *substantia spongiosa*. Et le mouvement des pattes de derrière que nous avons vu faire à une grenouille dont le côté correspondant avait été entièrement tranché (expérience XXV), n'était autre chose que du mouvement de réflexion, provoqué par le sentiment, auquel le mouvement volontaire de l'autre patte donna lieu.

L'animal semble effectuer le mouvement volontaire de ses deux pattes; mais en effet cette sorte de mouvement n'a lieu que dans l'une des pattes, tandis que le mouvement de l'autre est de réflexion. Voyez plus haut, page 65 note (*a*).

C'est également dans les animaux supérieurs, et

(*a*) Cependant une infirmité locale des racines postérieures ou des cordons postérieurs peut occasionner la privation de sentiment sans la privation de mouvement.

même dans l'homme que le mouvement de réflexion peut subsister, lors même que le mouvement volontaire est anéanti. Mais ce mouvement de réflexion ne se manifeste pas aussi clairement que dans les animaux inférieurs, et d'ailleurs il ne faut pas oublier que la qualité innée du mouvement, acquise par habitude, entre pour une bonne partie dans la manifestation du mouvement de réflexion (pourvu que ce dernier ne soit pas occasionné par quelque vice ou infirmité, ou qu'il ne soit pas *impropre* (par ex. tel que la crampe). Ne faisons-nous pas chaque jour mille mouvements qui ne peuvent être considérés que comme mouvements de réflexion, et qui pourtant sont éminemment *propres*, sans qu'en les faisant, nous nous en doutions nous-mêmes?

SECONDE SECTION,

DEMONSTRATIONS ULTÉRIEURES DE L'EXISTENCE D'UNE CIRCULATIO NERVEA OU VIS NERVEAE (*) DANS LA MOËLLE ÉPINIÈRE.

Mes expériences précédentes ont déjà montré une très-grande probabilité de l'existence d'une circula-

(*) Peut-être faudrait-il préférer la dénomination de *circulatio vis nerveae* à celle de *circulatio nervea*, parce que ces derniers mots semblent exprimer une idée de mouvement matériel.

tion dans la moëlle épinière ; je passerai maintenant à la description d'une série d'expériences qui mettent hors de doute la réalité de cette circonstance remarquable.

XXXVII. Lorsqu'on ouvre à une grenouille la cavité de la moëlle épinière, et qu'on tranche entièrement une moitié de cette moëlle dans la région de la troisième vertèbre, jusqu'à la *linea intermedia*, ou un peu au delà, l'animal, après quelques instants, pourra néanmoins effectuer des deux pattes de derrière toutes sortes de mouvements *presque* aussi bien qu'auparavant. Dans l'une des pattes il y a mouvement par volonté, dans l'autre mouvement de réflexion. (C'est ce même résultat que nous avons vu à l'expérience XXV.) Lorsqu'on irrite fortement cette dernière patte de derrière en la pinçant, ou par l'application d'un peu *d'acid. sulphur. concentr.*, l'on verra clairement que l'animal ressent de la douleur. L'extension des pattes de devant, l'action de fermer fortement les yeux et les efforts pour se soustraire à l'irritation en sont des preuves évidentes.

XXXVIII. Lorsqu'on a en outre enlevé à une grenouille préparée comme ci-dessus les *radices nervorum posteriores* de celles des pattes de derrière, du côté de laquelle la moëlle épinière a été tranchée, le mouvement d'une des pattes de derrière dont les *radices nervorum posteriores* ont été tranchées, sera moins parfait que celui de l'au-

tre patte de derrière. L'irritation de la première patte de derrière ne peut naturellement produire ni mouvement de réflexion ni sentiment.

XXXIX. Lorsqu'on prive une grenouille de toutes les racines postérieures de nerfs des deux pattes de derrière et de la partie inférieure du ventre; qu'on tranche ensuite une moitié de la *medulla spinalis*, par exemple celle du côté gauche, à l'endroit où l'on a commencé à enlever les racines de nerfs, l'animal fera d'une des pattes de derrière des mouvements volontaires (mais non vifs), tandis qu'il trainera après lui l'autre patte de derrière sans aucun mouvement.

Ainsi le mouvement volontaire n'est pas seul capable d'occasionner du mouvement de réflexion. Ce fait, qui prouve que le mouvement volontaire *sans sentiment* (*) ne peut occasionner du mouvement de réflexion, nous donnera lieu plus loin à des recherches ultérieures, lorsque j'en serai à l'explication de la circulation des nerfs (*circulatio vis nerveae*).

XL. Lorsqu'on a tranché d'une des pattes de derrière, par ex. la gauche, les racines antérieures de nerfs, mais non les postérieures, lorsqu'en outre la moitié droite de la moëlle épinière (à la quelle on n'a enlevé ni les racines de nerfs posté-

---

(*) *Sentiment réel* ou *sentiment de réflexion.* Je prouverai d'une manière évidente qu'il faut effectivement distinguer ces deux sortes de sentiment.

rieures, ni les antérieures) a été entièrement tranchée, précisement à l'endroit où l'on a commencé à enlever les racines antérieures de nerfs de l'autre côté, l'animal conservera un *sentiment parfait*, *aussi bien dans la patte droite* de *derrière que dans la gauche.* Lorsqu'on irrite les deux pattes de derrière, chacune séparément, la grenouille donne des signes évidents de douleur. Cette douleur se manifeste plus clairement encore, lorsqu'en tenant l'animal de deux doigts sous les pattes de devant, on touche subitement l'une des pattes de derrière avec un peu *d'acid. sulph. conc.*; l'extension des pattes de devant, la forte contraction des yeux etc. (voyez l'expér. XXXVII) manifestent une douleur très-vive (*).

L'irritation de la patte droite de derriére provoque d'ailleurs du mouvement de réflexion dans cette patte. Ce mouvement de réflexion dans la patte droite de derrière ne saurait être occasionné par

---

(*) J'ai dit dans mon traité *de differentia* etc., (page 14) que le gémissement de la grenouille doit être considéré comme un signe de douleur. J'ai effectivement entendu ces cris deux fois en 1833; mais depuis ce temps je ne l'ai plus remarqué dans une seule grenouille, quoique au commencement de 1832 j'aie fait des expériences sur plusieurs centaines de grenouilles.

En revanche, j'ai rencontré dans une de mes expériences, une grenouille qui gémissait fortement au plus leger attouchement, *soit qu'on irritât la patte droite de derrière* ou toute autre partie du corps.

l'irritation de la patte gauche de derrière, *dans le commencement*, peu de temps après l'opération susdite; plus tard, surtout après la décapitation de l'animal, ce mouvement peut ordinairement être provoqué. Je trouverai dans la suite occasion d'expliquer ce symptôme. Lorsqu'on irrite les pattes de devant, pendant qu'on a saisi l'animal sous les pattes de devant, comme l'on vient de le dire, les pattes de devant et la tête manifesteront de la douleur, mais celles de derrière demeureront immobiles. Cette dernière circonstance servait toujours à prouver que la moitie de la moëlle épinière avait été parfaitement tranchée sur un des côtés, et que les *radices nervorum anteriores* avaient été complètement enlevées sur l'autre moitié (*).

Lorsqu'on a tranché la tête derrière le timpan, et qu'on laisse pendant quelques instants l'animal couché sur la table, l'irritation de la patte droite de derrière provoquera du mouvement de réflexion dans les pattes de devant; et il est curieux qu'ordinairement ce mouvement se manifeste d'abord dans la patte droite de devant et ensuite dans la gauche.

Lorsqu'on irrite la patte gauche de derrière il y

(*) Si ces *radices* n'ont pas *toutes* été enlevées, il résultera non seulement du mouvement dans la patte gauche de derrière, mais aussi dans la droite (le mouvement volontaire, avec sentiment, produit du mouvement de réflexion dans l'autre patte de derrière, comme le prouve déjà l'expérience XXXVII.

aura mouvement de réflexion dans la patte droite de derrière, et dans les deux pattes de devant.

En irritant les pattes de devant, il y aura mouvement de réflexion dans celles-ci, et non dans les pattes de derrière.

XLI. Toutes les racines postérieures de nerfs d'une des pattes de derrière, par ex. la gauche, et en même temps la moitié droite de la moëlle épinière dans la région de la troisième vertèbre étant *complètement* tranchées, l'irritation de la patte droite de derrière provoquera de fortes manifestations de douleur dans les pattes de devant et la patte gauche de derrière, tandis qu'il n'y aura que mouvement de réflexion dans la patte droite de derrière. Si l'on pose l'animal à terre, il remuera fort bien les pattes de derriére, la gauche par mouvement de volonté, la droite par mouvement de réflexion; car le mouvement des pattes de devant et de la patte gauche de derrière, le mouvement de réflexion est provoqué dans la patte droite de derrière (par suite de la tension de la peau, causée par le mouvement de l'animal sur le plancher). Après la décapitation de l'animal on peut en irritant la patte droite de derrière, provoquer du mouvement de réflexion dans toutes les parties du corps.

XLII. Lorsqu'on prive une grenouille des racines de nerfs antérieures et postérieures d'une des pattes de derière, par ex. la gauche, et qu'on tranche complètement la moitié opposée (la moitié droite) de la moëlle épinière, l'irritation de la patte

droite de derrière, des pattes de devant et de la tête, occasionne les mêmes symptômes que l'irritation de la patte droite de derrière, des pattes de devant et de la tête dans l'expérience XL.

L'animal avait entièrement conservé le sentiment dans la patte droite de derrière, quoique la moitié droite de la moëlle épinière eût été complètement tranchée, et que le sentiment et le mouvement (tant de volonté que de réflexion) fussent entièrement détruits dans la patte gauche de derrière, de manière que l'animal avait perdu toute la volonté sur les deux pattes de derrière.

L'irritation de la patte gauche de derrière ne produisait naturellement aucun effet.

Après la décapitation, l'irritation de la patte droite de derrière et des pattes de devant produisait les mêmes symptômes que dans l'expérience XL.

XLIII. Lorsqu'on ôte à l'une des moitiés de la moëlle épinière d'une grenouille toutes les racines de nerfs antérieures de la patte gauche de derrière, et qu'on tranche entièrement cette moitié de la moëlle épinière un peu au dessus de l'origine de la première racine de nerfs, qu'on a coupée, l'animal n'aura point perdu le sentiment dans cette patte de derrière. — Une forte irritation de cette patte (gauche) fera souvent manifester à l'animal une violente douleur, tant de l'autre patte de derrière que de celles de devant.

Lorsqu'au bout de quelque temps on tranche la tête à l'animal, on peut provoquer du mouvement

de réflexion dans les pattes de devant, en irritant la patte droite de derrière. Le mouvement de réflexion se montre d'abord dans la patte droite de derrière, dans la patte droite de devant, et ensuite dans la patte gauche de devant. Si l'on irrite la patte gauche de derrière, il y aura mouvement de réflexion d'abord dans la patte droite de derrière, et ensuite dans les pattes gauche et droite de devant.

XLIV. Lorsqu'on prive une grenouille de toutes les racines de nerfs antérieures des deux pattes de derrière, et qu'on tranche ensuite complètement, de la manière susdite, une des moitiés de la moëlle épinière, par exemple la droite, une forte irritation de la patte droite de derrière fera voir que l'animal ressent de la douleur. On en remarquera tous les symptômes dans la tête et les pattes de devant. Mais cette expérience offre une circonstance qui doit paraître curieuse. C'est, que dans toutes les expériences, que j'ai réitéré plusieurs fois, les symptômes de la douleur, provoquée par l'irritation de la patte droite de derrière, ne se firent jamais voir de suite après l'irritation, mais seulement quelques instants plus tard, après que la patte avait été pincée, ou après que l'acide sulphureux avait déjà été appliqué depuis quelque temps à la jambe. Mais lorsque j'avais donné à l'animal le temps de se reposer pendant 8, 12 ou 24 heures, la plus légère irritation suffisait pour faire donner aussitôt à l'animal des signes de douleur par la tête et les pattes de devant.

Après la décapitation de l'animal, l'irritation de

la patte droite de derrière me mit en état de provoquer du mouvement de réflexion, d'abord dans la patte droite de devant, ensuite dans la gauche. L'irritation de la patte gauche de derrière excite le mouvement de réflexion en sens contraire, savoir d'abord dans la patte gauche de devant, et ensuite dans la droite.

XLV. Après avoir tranché les racines de nerfs antérieurs et postérieurs d'une des pattes de derrière, p. ex. de la droite, et entrepris la même opération sur les racines de nerfs antérieures de la patte gauche de derrière, après avoir ensuite tranché la moitié gauche de la moëlle épinière, comme dans les expériences précédentes, je pouvois en irritant la patte gauche de derrière, provoquer des symptômes très-évidents de douleur dans la partie antérieure du corps. Quant à la durée du temps qui s'écoulait entre le commencement des signes de douleur et celui de l'irritation, j'ai observé à cet égard la même chose qu'à l'expérience XLIV.

XLVI. J'ai enlevé à l'une des pattes de derrière p. ex. à la gauche, toutes les racines de nerfs antérieures, et à la patte droite de derrière toutes les racines postérieures; j'ai ensuite tranché de la manière susdite la moitié gauche de la moëlle épinière, et laissé reposer l'animal pendant quelques instants. Après cela j'irritai la patte gauche de derrière; aussitôt l'animal donna des marques distinctes de douleur, en remuant les pattes de devant, la tête et la patte droite de derrière.

Le mouvement soudain de la patte droite de derrière, après l'irritation de la patte gauche de derrière, est sans contredit un symptôme qui prouve évidemment l'existence de douleur ; car il est impossible, que le mouvement dans cette patte droite de derrière soit mouvement de réflexion ; cela est palpable lorsque l'animal est décapité ; l'irritation de la patte gauche de derrière n'occasionne alors point de mouvement dans la droite ; (l'un des cordons postérieurs ne saurait immédiatement provoquer du mouvement de réflexion dans le cordon antérieur de l'autre moitié de la moëlle épinière.)

J'ai réitéré plusieurs fois la plupart des expériences que je viens de décrire, et j'ai toujours obtenu les mêmes résultats. Pour parvenir à une plus grande certitude, j'ai opéré sur 8 grenouilles à la fois les 8 dernières expériences ; j'ai ensuite laissé reposer ces animaux pendant 20 heures, sant y toucher davantage, après quoi les expériences susdites ayant été opérées sur eux, les résultats ont été invariablement les mêmes.

XLVII. *J'ai tranché à une grenouille tout le côté droit* de la moëlle épinière, au dessus de l'origine des nerfs pour la patte droite de devant, dans la région de la première vertèbre. *Ensuite j'ai entièrement tranché le côté gauche* de la moëlle épinière dans la région de la troisième ou quatrième vertèbre. *Le sentiment existait encore évidemment dans les deux pattes de derrière ;* mais le mouvement de volonté n'était demeuré que dans la tête et la patte gauche de devant. Cela

était visible lorsque l'animal était couché à terre ; la patte gauche de devant avait une toute autre direction que la droite. Lorsqu'on irritait la bouche ou quelqu'autre partie de la tête, la patte gauche de devant se présentait tout de suite pour repousser cette irritation, tandis que l'autre patte de devant et les deux pattes de derrière ne se mirent en mouvement que lorsque l'animal faisait de grands efforts de la patte de devant. Lorsqu'on laissait l'animal en repos pendant quelques instants, on voyait qu'il faisait de grands efforts pour se porter en avant, et à mesure que ces efforts accroissaient dans la patte gauche de devant, le mouvement de réflexion augmentait également dans les autres pattes. L'animal se mit réellement en mouvement et s'achemina en avant ; et, ce qui est plus remarquable encore, lorsqu'on irritait la patte gauche de devant avec un peu d'acide sulphureux, l'animal fit même un saut, mais il ne put jamais renouveler ce dernier mouvement. Lorsqu'on posait la grenouille sur le dos, elle ne pouvait se retourner. Si dans cette position on irritait la tête ou la patte gauche de devant, il y avait mouvement de volonté dans cette patte, et mouvement de réflexion dans les autres. *Le chemin que suivait le mouvement de réflexion se traçait distinctement ;* il se montrait d'abord dans la patte droite de devant, puis dans la patte droite de derrière et ensuite dans la patte gauche de derrière. Lorsque j'irritais la patte droite de devant, le chemin que parcourait le mouvement de réflexion était

le même ; si j'irritais la patte droite de derrière, la patte droite de devant et la patte gauche de derrière se mettaient presque simultanément en mouvement de réflexion ; si j'irritais la patte gauche de derrière, le mouvement de réflexion suivait la trace suivante : patte gauche de derrière, patte droite de derrière et patte droite de devant.

Voici l'explication de ce mouvement de réflexion : *Le sentiment fait naître le mouvement, et le mouvement donne naissance au sentiment.* C'est la thèse que j'ai clairement démontrée en 1834. Le mouvement de la patte gauche de devant est senti par les nerfs de la peau de cette patte ; cette impulsion est reçue par cette partie de la *substantia gelatinosa* où se terminent les nerfs sensitifs de la patte de devant, et est portée en partie à la *substantia médullaris postica sinistra* (ceci fait naître le sentiment réel ou effectif), et en partie à la *substantia gelatinosa dextra*, (sentiment de réflexion), d'où s'opère, par l'influence sur la *substantia spongiosa dextra* le mouvement de réflexion dans la patte droite de devant. Ce mouvement de réflexion se transporte de la partie supérieure à la partie inférieure de la *substantia spongiosa dextra*, d'où le mouvement de réflexion passe à la patte gauche de derrière, et cela parceque le mouvement de la patte droite de derriére occasionne dans celle-ci le mouvement de réflexion, et que ce dernier provoque à son tour le sentiment de réflexion et le mouvement de réflexion

dans cette patte gauche de derrière. On peut, en irritant tout autre partie, donner une explication analogue de la trace du mouvement de réflexion.

On peut s'assurer de la justesse de ce qui vient d'être avancé, *lorsqu'on coupe entiérement* (à un animal ainsi préparé) *la patte de devant, où le mouvement de volonté existe encore;* alors tout mouvement cesse, et l'animal ne peut plus remuer que la tête. Il n'y a plus assez de sentiment (*a*) pour donner lieu à du mouvement de réflexion dans les pattes qui sont restées.

La justesse de ma explication sur la trace du mouvement de réflexion en ce cas, savoir que *le sentiment donne toujours lieu au mouvement, et le mouvement au sentiment*, est prouvée d'ailleurs parceque, sans trancher la patte de devant, où existe le mouvement de volonté, on peut seulement couper les racines du sentiment de cette patte. Si alors on irrite la tête, la patte de devant (conduite par la volonté) tâchera de repousser cette irritation par le mouvement, mais les autres pattes n'auront point de mouvement de réflexion; il n'y a plus, que la circulation du sang et la respiration, qui puissent donner lieu à un certain mouvement automate. Ceci sera dévelopé ailleurs.

(*a*) Pour mieux dire: il n'existe plus assez de *mouvement* pour donner lieu à du *sentiment*; car pendant que la tête se meut, toutes les autres parties du corps restent immobiles.

Les expériences XXV et XXXVII prouvent aussi d'une manière satisfaisante que la volonté peut indirectement provòquer du mouvement de réflexion, mais non directement, c'est-à-dire que la volonté peut toujours, moyennant le sentiment de réflexion, influer sur le mouvement de réflexion.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette expérience c'est que, quoique toute la moëlle épinière soit tranchée (une moitié dans la région de la première vertèbre, l'autre moitié dans la région de la quatrième vertèbre), une forte irritation des pattes de derrière n'en fait pas moins donner à l'animal, moyennant la patte gauche de devant et la tête, des signes violents de douleur.

LXVIII. Aprés avoir ouvert la cavité de la moëlle èpinière par derrière, j'ai non seulement tranché entièrement les deux cordons postérieurs de la moëlle épinière jusque vers la région de la troisième vertèbre, mais j'ai même enlevé autant que possible toute la *substantia spongiosa*, de sorte que depuis la région de la troisième vertèbre, il ne restait de la moëlle épinière *presque* (*a*) rien

---

(*a*) Je dis *presque*, car en faisant cette opération, il est trés-souvent impossible de séparer toute la substance grise de la substance blanche. Tous ceux qui ont répété cette expérience en seront convaincus. — Mais on peut souvent détruire entiérement la partie restée de la *substantia spongiosa* en y faisant très-prudemment de petites coupures avec une aiguille ou un petit couteau.

que la *substantia medullaris antica*, en rapport avec les racines de mouvement du ventre et les deux pattes de derrière (*a*), tandis que la partie antérieure de la moëlle épinière, au dessus de l'endroit où l'opération s'était faite, était demeurée intacte. Cela fait, j'ai laissé reposer l'animal, et les symptômes que j'ai observés, sont les suivants :

L'animal avait perdu tout mouvement volontaire dans les pattes de derrière. Car pendant qu'il faisait les plus grands efforts avec les pattes de devant pour se trainer sur le plancher, on ne voyait pas le moindre mouvement dans les pattes de derrière, si l'opération avait été effectuée avec une parfaite exactitude (*b*). Si un pareil mouve-

---

(*a*) Pour s'assurer que les racines de mouvement n'ont pas été emportées ni blessées par cette opération, on peut irriter l'endroit de la *medulla spinalis* où l'opération a été faite ; mais il faut laisser écouler quelque temps, au moins une demi-heure après l'opération ; on verra alors des contractions de muscles dans le ventre ou dans les pattes de derrière, selon l'endroit où l'on irrite la moëlle épinière. Voyez ci-dessus, Traité I, page. 11 et 12 ; (*Tijdschrift*, Tome V, p. 160 et 161.)

(*b*) On peut de la manière suivante faire cette expérience avec exactitude. On tranche toutes les racines de nerfs postérieures des pattes de derrière, et ensuite le bout fileux de la *medulla spinalis* (après que les nerfs des pattes de derrière en sont sortis) ; et ce n'est qu'alors qu'il faut faire l'opération avec un bistouri en ciseaux. Cette opération est importante parcequ'elle nous donne la certitude que la moëlle épinière n'a rien conservé des cordons postérieurs, ni des *radices nervorum posteriores*.

ment se manifestait réellement dans quelque partie des pattes de derrière, cela me prouvait que l'opération dans la moëlle épinière n'avait pas été faite exactement, et qu'en un endroit quelconque je n'avais pas enlevé assez de *substantia spongiosa*. C'est ce que j'ai observé plusieurs fois.

Lorsque l'opération ne laissait rien à désirer, et que j'avais posé l'animal à terre, je remarquai au contraire, une demi heure ou plus long-temps après l'opération (et rarement plus tôt), dans presque tous les muscles des pattes de derrière des *vibrations* ou *tressaillements continuels*, tout-à-fait indépendants du mouvement volontaire dans la partie antérieure de l'animal. Car soit que ce mouvement volontaire se fît des pattes de devant ou de la tête, soit que ces parties du corps fussent en repos, les vibrations des muscles n'en continuaient pas moins; même lorsque la moëlle épinière, (ou, pour mieux dire en ce cas, la *substantia medullaris antica*) avait été entièrement tranchée, ces vibrations durèrent encore dans les pattes de derrière.

La cause de ces vibrations m'a paru longtemps un problème; elles ne pouvaient dépendre de la volonté, car en ce cas elles devaient cesser après que la moëlle épinière avait été entièrement tranchée, et cela n'avait pas lieu.

J'avais à la vérité remarqué que l'effort extraordinaire de la volonté dans la partie antérieure de l'animal *augmentait quelquefois un peu ces vibrations*, mais cette influence de la volonté n'était

pas grande, et elle m'a toujours paru être en raison de la quantité de la *substantia spongiosa* qui était restée sur la *substantia medullaris*. Aussi est-il probable que cette influence a lieu *indirectement*, parce qu'un grand effort de la volonté augmente la respiration et par là-même la circulation du sang, qui semble être la cause la plus proche des vibrations de muscles. La preuve la plus évidente que même l'augmentation observée dans cette vibration n'est point produite *directement* par la volonté, c'est que l'on voit continuer cette augmentation même après que la moëlle épinière a été entièrement tranchée.

Les vibrations de muscles dont il a été si souvent parlé dans cette expérience, semblent dépendre principalement du sang, comme je viens de le dire; car les vibrations augmentent à mesure que le sang se répand sur la surface postérieure des cordons antérieurs qu'on a mis à découvert. La justesse de cette conjecture est encore prouvée par le fait, que lorsqu'on tranche entièrement la moëlle épinière dans la région de la troisième vertèbre, après avoir mis à découvert la *substantia medullaris antica*, les mêmes vibrations surviennent à mesure que le sang se répand sur la moëlle épinière qu'on a tranchée. La substance *spongieuse*, sensible à la plus légère irritation, est irritée par le flux de sang qui se répand successivement sur elle; cette irritation se communique aux nerfs de mouvement qui s'y terminent, ce qui excite l'activité

de ces nerfs, laquelle activité se manifeste par les vibrations de muscles. Je ferai voir dans la suite que ces vibrations appartiennent à un certain *mouvement de réflexion impropre.*

Je suis parvenu à mettre entièrement à découvert la surface portérieure de la *substantia medullaris antica* d'une grenouille, sans aucune substance grise, (du moins celle-ci était en quantité tellement minime, qu'elle ne pouvait donner lieu à aucun mouvement), et je n'ai point observé de vibrations de muscles dans cette grenouille. Je ne les ai non plus vues, lorsque par des circonstances accidentelles le sang ne se répandait point sur cette surface.

Si la quantité de la *substantia spongiosa* restée sur le cordon antérieur était un peu considérable, on remarquait distinctement que non seulement la volonté augmentait les vibrations accidentelles, mais qu'elle occasionnait même du mouvement volontaire effectivement propre.

XLIX. Lorsqu'on ouvre à une grenouille toute la cavité de la moëlle épinière par derrière et qu'on enlève toutes les racines de nerfs antérieurs des pattes de derrière et du ventre; lorsqu'on tranche ensuite le prolongement filiforme de la moëlle épinière derrière la *cauda equina*, et qu'on sépare ensuite du reste de la *medulla spinalis* depuis la troisième vertèbre avec un bistouri en ciseaux le tout des cordons postérieurs avec leurs racines, sans les endommager, de manière à ce qu'il ne reste

rien, ou *presque* rien de la *substantia gelatinosa* des cordons postérieurs sur la *substantia medullaris postica;* lorsque après cette opération on laisse encore reposer l'animal pendant quelque temps, les plus fortes irritations des pattes de derrière ne produiront plus le moindre mouvement dans les parties antérieures du corps.

Il est clair que cette expérience est fort difficile à faire, car pour peu qu'il reste en quelques endroits de *substantia cinerea*, on observera réellement des signes de douleur dans les parties antérieures du corps, en irritant les pattes de derrière. Pour faire cette expérience il est indispensable qu'entre la moitié antérieure et la postérieure de l'animal, il ne reste de la moëlle épinière que la *substantia medullaris postica* avec ses racines de nerfs (*nervi sensûs*).

L. Lorsqu'on a préparé une grenouille de la manière que je viens de communiquer dans la preuve 30, c'est-à-dire qu'on a tranché entièrement la *medulla spinalis* dans la région de la troisième vertèbre, sauf quelques fibres de la *substantia medullaris antica*, et qu'on a *en outre* enlevé toutes les *radices nervorum posteriores* des pattes de derrière, on n'en observera pas moins *presque*, (mais non pas tout-à-fait) *les mêmes* symptômes que ceux de l'expérience XXX; savoir que l'animal fera des pattes de derrière des mouvements volontaires.

EXPLICATIONS ET CONSÉQUENCES DES EXPÉRIENCES DÉCRITES.

Les conséquences auxquelles nous conduisent les résultats intéressants des expériences que je viens de décrire, sont indubitablement les suivantes :

A. *Il existe une circulation de nerfs dans la moëlle épinière.*

B. *Les nerfs ne sont point des prolongements de la substance blanche de la moëlle épinière.*

Cette derrière conséquence est opposée à l'opinion de l'ingénieux VALENTIN, qui prétend que les fibres primitives des nerfs doivent être considérées comme des prolongements des fibres de la substance blanche de la moëlle épinière. Les deux expériences citées en dernier lieu (XLVIII et XLIX), prouvent évidemment le contraire, car si cela était, le mouvement de volonté et le sentiment réel ne devraient point être détruits, lorsqu'on laissait intactes la partie antérieure et la postérieure de la substance blanche ainsi que les nerfs, quoiqu'on détruisît toutes les autres parties de la moëlle épinière. D'ailleurs, en admettant l'opinion de VALENTIN, il serait inconcevable que l'animal, préparé comme à l'expérience L, pût encore effectuer du mouvement de volonté ; car il est évident que

ce mouvement dépend entièrement de l'effort de la volonté de l'animal, puisqu'il n'y est point question du mouvement de réflexion dans les pattes de derrière dont profite l'animal opéré suivant l'expérience XXX, toutes les racines de nerfs postérieures des pattes de derrière ayant été tranchées. Encore ces trois derrières expériences décisives ne sont pas même indispensables pour prouver que l'assertion de Valentin, adoptée d'après des observations microscopiques, est improbable. Les expériences XXXVII jusqu'à XLVII suffisent pour en démontrer le contraire.

Suivant ce que ces expériences nous ont fait voir, il est impossible que les racines de sentiment se perdent dans les fibres primitives de la *substantia medullaris postica;* car si cela était, le sentiment devait disparaître dans cette patte de derrière dont la moëlle épinière avait été tranchée, puisque cette dernière opération empêche les fibres primitives de porter au cerveau les impressions reçues par les nerfs. Mais le sentiment reste dans cette patte de derrière; il faut donc que le sentiment suive une autre trace que celle que l'on croyait exister immédiatement entre les nerfs de sentiment et la *substantia medullaris postica*, et cette trace est évidemment la substance grise (*s. gelatinosa.*) Cela ne saurait être autrement. J'ai prouvé l'année dernière que le sentiment existe dans les cordons postérieurs, et le mouvement dans les cordons antérieurs. Les cordons postérieurs consistent en la

substantia medullaris postica et la *substantia gelatinosa.* Il faut ces deux substances pour conduire le sentiment à la partie susceptible de sentiment de la *medulla oblongata.* La *substantia gelatinosa* est le moyen par lequel les nerfs de sentiment correspondent avec la *substantia medullaris postica.* Les nerfs de sentiment communiquent l'impression reçue à la *substantia gelatinosa*, et celle-ci la conduit à la *substantia medullaris postica*, qui la transporte immédiatement à la partie susceptible de sentiment de la moëlle épinière. La partie susceptible de sentiment de la moëlle épinière (avec *sentiment réel*) est aussi celle où siège la volonté, savoir l'endroit, où le *nervus vagus* prend son origine.

Pour le prouver, on n'a qu'à trancher la tête à une grenouille ; on verra alors le sentiment réel rester dans l'une des deux parties séparées, soit dans la tête, soit dans le tronc, ou ni dans l'une ni dans l'autre, les deux parties à la fois ne seront jamais susceptibles de douleur. Lorsqu'on tranche la tête au dessus de l'origine du *nervus vagus*, c'est le tronc qui conserve le sentiment réel et la volonté ; lorsque cette opération se fait un peu derrière l'origine du *nervus vagus*, la volonté et le sentiment réel ont quitté le tronc, et sont restés dans la tête ; et si la *medulla oblongata* est tranchée précisément à l'origine du *nervus vagus*, la volonté et le sentiment réel ne se trouvent plus ni dans le tronc ni dans la tête.

Ces expériences si fréquemment faites sur des grenouilles, prouvent évidemment ce que j'ai avancé précédemment, savoir, que l'endroit dans la moelle épinière où est l'origine du *nervus vagus* doit en quelque sorte être considéré comme le centre du système des nerfs (*a*).

Pour se convaincre encore davantage que le sentiment est conduit à la partie susceptible de sentiment, moyennant la *substantia gelatinosa* et la *substantia medullaris postica*, en réitérant les expériences XXXVII jusqu'à XLVII, après avoir tranché l'une des moitiés de la moëlle épinière, j'ai souvent tranché en outre de la même manière le cordon antérieur de l'autre moitié, de sorte qu'à cet endroit il ne restait de la moëlle épinière que le cordon postérieur d'une des moitiés (par conséquent seulement un quart de la moëlle épinière), et néanmoins cette parcelle suffisait souvent pour transdorter le sentiment.

La fonction de la *substantia gelatinosa* est *double;* elle reçoit les impressions des nerfs de sentiment, les transmet aux fibres primitives de la *substantia medullaris postica*, et c'est ainsi que l'impression est transmise à la partie susceptible de sentiment, ou elle conduit l'impression reçue à la *substantia spongiosa*, qui par là se trouve à même d'exciter les nerfs de mouvement à l'exercice

---

(*a*) VAN DEEN, *de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae*, Lugd. Bat. 1834, p. 177.

de leurs fonctions (mouvement de réflexion). Lorsqu'on songe à la trace, que suit la fonction de la *substantia gelatinosa*, on l'envisagera comme centrifuge par rapport à la transmission du sentiment réel, et comme centripète par rapport à la transmission du sentiment de réflexion et à l'excitation du mouvement de réflexion. Quant à la direction que prennent les impressions transmises dans la *substantia gelatinosa* pour arriver à la *substantia medullaris postica* ou à la *substantia spongiosa*, mes expériences m'ont appris que ces impressions demeurent le plus souvent dans la moitié où elles ont été reçues, de manière que, par exemple les impressions reçues du côté gauche se transmettent le plus souvent par la *substantia gelatinosa sinistra*, tant à la *subst. medultaris postica* qu'à la *subst. spongiosa* du même côté.

Pour se convaincre de ce dernier fait, on n'a qu'à irriter faiblement ou toucher l'une des pattes de devant ou de derrière d'une grenouille, à laquelle on a tranché la tête; ordinairement cette patte se mettra de suite en mouvement. Ainsi dans ce cas, le nerf de sentiment avait transmis l'impression à la *substantia gelatinosa* du même côté, et par celle-ci dans la *substantia spongiosa* de la moitié de la moëlle épinière qui avait été irritée; laquelle irritation avait été transmise au nerf de mouvement qui se trouve du même côté du corps. Pour m'expliquer plus clairement, la légère irritation, par exemple du *nervus lumbaris secundus*

de la patte droite de derrière est transmise à la *substantia gelatinosa dextra*, d'où elle passe à la *substantia spongiosa dextra*, et ensuite aux nerfs qui le terminent dans cette dernière. Voilà un exemple de la circulation la plus simple des impressions que les nerfs ont reçues, et du mouvement qui en résulte.

Ce mouvement n'avait lieu que dans la partie irritée. Si dans un animal décapité, le mouvement se manifeste dans d'autres parties du corps, cette circulation doit avoir eu une plus grande étendue ; et l'étendue de cette circulation dans la *substantia gelatinosa*, avant qu'elle se soit manifestée dans la *subst. spongiosa* est aussi peu douteuse que le fait généralement avoué, que la cause de cette extension dépend de l'irritation reçue.

Je dois encore ajouter à ce que je viens de dire, que l'extension et la circulation de l'irritation dans la *substantia gelatinosa* ne cesse pas entièrement, quand cette irritation a été communiquée, pendant la circulation, à quelque endroit de la *substantia spongiosa* où elle se répand, toujours dans une direction tout à fait contraire à celle qu'elle suit dans la *subst. gelatinosa ;* car la direction de la première est centrifuge, tandis que dans la seconde, cette direction, par rapport au mouvement de réflexion, est centripète. Lorsque par conséquent on irrite fortement une grenouille ou un autre animal décapité, et que cette irritation provoque du mouvement dans les pattes de devant aussi bien que

dans celles de derriére, l'irritation s'est répandue par derrière dans toute la *gelatinosa*, et est transmise communément par cette route à divers endroits de la *spongiosa*, où elle ne se communique à la *spongiosa* qu'à la fin de sa trace, (ou une certaine *commotion* dans cette substance occasionne le mouvement; voyez p. 117 note).

On voit que la chose arrive en dernier lieu de la manière décrite, lorsqu'on tranche à une grenouille décapitée toutes les racines de sentiment, excepté les racines du *nervus coccygeus*. Lorsque maintenant on irrite soudain avec de l'acid. sulph. conc. l'endroit, où les branches de ce nerf se terminent (*l'anus*), il en résulte du mouvement, tant dans les pattes de devant que dans celles de derrière (*a*).

Ordinairement la première chose a lieu, c'est-à-dire, que la *gelatinosa*, en répandant l'irritation reçue, la transmet communément par cette route, à divers endroits de la *spongiosa*; cela se voit lorsqu'on tranche à des grenouilles décapitées les cordons antérieurs dans la région de la troisième vertèbre, (ou à quelque autre endroit), où l'irritation des pattes de derrière mit en mouvement de réflexion les quatre pattes ensemble (*).

(*a*) Cette expérience ne réussit pas toujours, et le moins lorsqu'on veut appliquer l'irritation de suite après avoir tranché les nerfs de sentiment. Cependant je l'ai faite plusieurs fois avec succès.

(*) Mais lorsqu'on tranche à une grenouille decapitée les cor-

J'ai déjà fait observer que la direction, dans la quelle la *substantia gelatinosa* répand l'impression reçue, le plus souvent est la partie ou la moitié de la moëlle épinière dans laquelle cette impression ou impulsion a eu lieu. Cependant les expériences rapportées prouvent suffisamment que cette direction peut également avoir lieu d'un côté à l'autre, et il est très-remarquable que la *substantia gelatinosa* semble avoir une inclination à se communiquer à la *substantia spongiosa* du même côté. Pour voir distinctement cette inclination on n'a qu'á réitérer

---

dons postérieurs, l'irritation des pattes de derrière provoquoit du mouvement tant dans les pattes de devant que dans celles de derrière (voyez prèmiér traité p. 29 note *b*). Il est alors résulté du mouvement de réflexion dans les pattes de devant d'une manière qui est opposée à ma théorie; mais ce mouvement de réflexion est occasionné d'une certaine *commotion* dans les cordons antérieurs de la moëlle épinière: Car si les racines antérieurs des pattes de derrière étaient aussi coupées, on ne pouvait point resulter du mouvement de réflexion dans les pattes de devant par l'irritation des pattes de derrière, comme je l'ai démontré précédemment dans la XV expérience du premier traité (p. 30).

Dans l'edition hollandaise je me suis entièrement mépris à l'égard de cette chose, ce qui me fàche beaucoup, parceque j'ai fait d'injustes remarques sur Henle, au sujet de la vraie citation de mes propres paroles. J'espère que je pourrai m'excuser auprès de cet excellent auteur. Je n'ai pas provisoirement traduit l'endroit mentionné du texte hollandais; mais j'y ai mis cette note. Cependant cette méprise m'a fourni une nouvelle recherche, dont je donnerai dans la suite un resultat intéressant.

l'expérience rapportée au n° XL. L'opération faite, l'irritation de la patte gauche de derrière ne provoquera nul mouvement dans la patte droite de derrière, mais on remarquera des signes de douleur et de mouvement dans les pattes de devant; et ce n'est qu'après quelque temps que l'on parvient à provoquer ce mouvement de réflexion dans la patte droite de derrière. Je me suis convaincu que cette transmission de sentiment de réflexion d'un côté à l'autre, s'augmentait par l'exercice; plus j'avais irrité la patte gauche de derrière, plus aussi le mouvement de réflexion se manifestait dans la patte droite de derrière. Encore cette transmission acquérait plus d'activité, à mesure que la susceptibilité de sentiment réel se renouvelait dans l'animal. Cette transmission se voit le plus clairement après la décapitation; cependant lorsque j'avais entièrement tranché à une grenouille saine et vigoureuse la moëlle épinière dans la région de la troisième vertèbre, et enlevé ensuite d'un côté, par exemple du côté gauche, toutes les racines antérieures de nerfs, il m'était impossible de provoquer dans cette moitié de grenouille du mouvement dans la patte droite de derrière, malgré la plus forte irritation de la patte gauche de derrière.

Ajoutons à ce que je viens de dire les faits qui ont été démontrés par les expériences XXXVI jusqu'à XLVI, savoir que le sentiment dans la *substantia gelatinosa* se transmet sans effort et avec

beaucoup de célérité par la *substantia gelatinosa* de l'autre côté à la *substantia medullaris postica* de ce même côté. Ces faits prouvent ce qui suit :

a. Que par suite de la double faculté de la *substantia gelatinosa* de transmettre le sentiment réel et le sentiment de réflexion, la transmission du sentiment réel à la *subst. medullaris postica* de la moitié de moëlle épinière, dans laquelle l'impulsion n'a pas été immédiatement reçue, se fait avec aussi peu d'effort qu'à la *subst. medullaris postica* de la moitié qui a reçu impression au travers des racines postérieures ; mais que le sentiment de réflexion au contraire se transfère préférablement dans la *subst. spongiosa* du même côté où l'impression a été reçue.

b. Que, plus l'activité de la *subst. gelatinosa* est conduite et excitée vers la *subst. medullaris postica* de l'autre côté, plus aussi le sentiment de réflexion dans cette substance devient capable d'être conduit à la *substantia spongiosa* de l'autre côté.

c. Qu'au contraire, plus la *substantia medullaris postica* de l'autre côté est ensuite hors d'état de recevoir le sentiment de la *substantia gelatinosa*, plus forte est la propriété de cette dernière substance, pour transmettre le mouvement de réflexion à la *substantia spongiosa* de l'autre côté.

Il est tout simple que le sentiment réel cesse avec la volonté, c'est ce que j'ai fait observer plus haut

en démontrant que le siège de la volonté est le même que celui du sentiment réel ; *sans volonté point de sentiment ; sans sentiment point de volonté.* Par conséquent, lorsque le sentiment a disparu, la volonté a cessé d'agir, et lorsque la volonté cesse, le sentiment disparait. Ainsi lorsque l'animal a été décapité à une certaine hauteur, le sentiment et la volonté disparaissent à la fois, mais le sentiment de réflexion et le mouvement de réflexion deviennent plus actifs.

C'est pourquoi l'on peut dire que moins la *substantia medullaris antica* se trouve en état de transmettre la volonté à la *subst. spongiosa*, plus cette dernière est capable de recevoir les impressions de la *subst. gelatinosa* et de les communiquer aux nerfs de mouvement.

Ajoutons encore à ce qui précède le fait suivant :

d. Le sentiment, tant réel que de réflexion, ne se transmet le plus efficacement à la *subst. gelatinosa* (soit du même côté où l'irritation a été reçue, soit d'un des côtés à l'autre), que *lorsqu'il y a du mouvement dans la substantia spongiosa.*

Ce fait est aussi remarquable qu'évident (voyez plus bas, à la page 122—128). Cependant l'action de la *substantia gelatinosa* dans la même moitié où l'irritation a été reçue, se fait moins difficilement sans mouvement dans la *substantia spongiosa*, que sans mouvement d'une des *subst. gelatinosa* à l'autre ; quoique l'expérience XLIV (page 98) prouve que sans mouvement dans la *subst. spongiosa*, la

douleur s'élève à la connaissance positive de l'animal, mais beaucoup plus lentement que lorsque le mouvement a lieu dans la *substantia spongiosa.*

Ce qui précède prouve la vérité de ce que je viens d'avancer.

Nous avons vu que l'action de la *substantia spongiosa* ne peut se transmettre d'une des moitiés à l'autre; l'expérience XXXIX en fait foi. L'animal à qui on a tranché toutes les racines antérieures de nerfs des pattes de derrière et en outre la moitié de la moëlle épinière, pouvait à volonté mettre en mouvement l'une de ses pattes et non pas l'autre; or, s'il était possible que l'action de la *substantia spongiosa* le transmit d'un des côtés à l'autre, l'animal aurait dû se trouver à même de remuer les deux pattes.

Voilà encore pourquoi lorsqu'on a enlevé les racines postérieures de nerfs d'une des pattes de derrière et qu'ensuite l'irritation de l'autre patte de derrière provoque du mouvement dans les deux pattes, on ne saurait dire que le mouvement soit transmis d'un des cordons antérieurs à l'autre, par la raison que la *substantia gelatinosa* d'une des moitiés, qui est restée intacte, a transmis les irritations à la *substantia spongiosa* de ce même côté, et qu'ensuite l'action s'est transportée de cette *subst. spongiosa* à la *subst. spongiosa* de l'autre côté. Nullement. L'action de la *subst. gelatinosa* se transmet à la *substantia gelatinosa* du côté opposé, où elle reprend son activité. Et cette transmission de la *subst. gelatinosa* se fait en partie

par l'irritation que cette même substance a reçue; et en partie par le mouvement dans la *substantia spongiosa* même, qui en est indirectement l'effet.

Je dis que la transmission de sentiment, tant réel que de réflexion, est propagée par un mouvement dans la *subst. spongiosa.* On s'étonnera peut-être que je parle aussi positivement d'un mouvement dans la *subst. spongiosa*, et néanmoins je me crois fondé à le faire, en vertu de preuves qui me paraissent très-évidentes. C'est ce que je vais démontrer.

Stannius (*a*) a rapporté en 1837 une serie d'expériences faites avec application de *strychnine.* Il prétend que lorsqu'on tranche dans la région de l'abdomen toute la moëlle épinière d'une grenouille à laquelle on a en outre enlevé les racines postérieures de la moitié postérieure de la moëlle épinière, il sera impossible d'empoisonner, de quelque manière que ce soit, la moitié postérieure de la moëlle épinière de l'animal; mais qu'au contraire lorsque les racines postérieures n'avaient pas été coupées, l'empoisonnement avait lieu, ainsi que Backer l'avait déjà observé en 1830.

Parmi les nombreuses expériences que j'ai faites avec la *strychnine*, et que je me propose de publier sous peu, j'ai aussi répété l'expérience de Stannius, que je viens de citer, mais je n'ai point trouvé la confirmation de ce qu'avance cet excellent observateur. Il est vrai que ni l'attouchement, ni

(*a*) Muller, Archiv, 1837, p. 223.

aucune autre irritation ne provoquera des symptômes d'empoisonnement après l'application de la *strychnine* dans les pattes de derrière d'une grenouille, dont on a tranché la moëlle épinière dans la région de la troisième vertèbre, et enlevé toutes les racines postérieures de nerfs, qui se trouvent derrière cette coupure.

Mais lorsqu'on saisit l'animal avec la main, qu'on le remue légèrement, qu'on le jette par terre, ou qu'on lui fait subir de quelque autre manière un certain choc (*commotio*), on verra distinctement des mouvements pûrement *tétaniques* dans les dites pattes de derrière. Il y a plus: j'ai même coupé à une grenouille toutes les racines postérieures des pattes de derrière depuis la région de la troisième vertèbre; j'ai ensuite coupé tout l'animal en deux à l'endroit ou j'avais commencé à trancher les racines postérieures, et j'ai appliqué un peu de *strychnine* à la coupure transversale de la moëlle épinière de la moitié postèrieure de la grenouille. Cela fait, j'ai laissé réposer pendant quelques instants la moitié de l'animal que j'avais ainsi traitée, et en faisant ensuite subir quelque choc ou commotion à l'animal; il n'en résulta pas moins des mouvements *tétaniques*.

Cela prouve évidemment:

1°. Que la moëlle épinière était effectivement empoisonnée, quoique les racines postérieures de nerfs n'existassent plus.

2°. Qu'il existait indubitablement dans la moëlle

épinière elle-même, pour exciter au mouvement *tétanique* les racines de mouvement.

Quant à ce mouvement dans la moëlle épinière, je suis parvenu à découvrir quelques faits remarquables, auxquels l'expérience citée plus haut, sous le n°. XLVIII donnait occasion.

On se souviendra que dans cette expérience la substance antérieure blanche de la moëlle épinière, en rapport avec ses racines antérieures de nerfs, avait été, depuis la région de la troisième vertèbre entièrement séparée du reste de la moëlle épinière; que cette opération avait détruit le mouvement de volonté dans les pattes de derrière, mais que néanmoins de *continuelles vibrations de muscles* se manifestèrent dans les pattes de derrière quelque-temps après l'opération, soit que la partie opérée de la moëlle épinière eût été séparée de la partie non opérée, soit que le contraire eût eu lieu.

J'ai remarqué au sujet de ces vibrations dans l'expérience XLVIII les *deux faits* suivants:

a. Le mouvement ou l'ébranlement des pattes de derrière ou de tout le corps de l'animal pouvait provoquer les vibrations de muscles, si elles ne s'étaient pas encore manifestées, soit que la *substantia medullaris antica* opérée eut été séparée de la partie antérieure de la moëlle épinière, ou non.

De même le mouvement ou l'ébranlement dont je viens de parler, suffisait pour augmenter les vibrations de muscles, lorsque ces dernières existaient déjà.

b. Lorsque les vibrations de muscles ont duré pendant quelques temps, et qu'on s'est abstenu de toucher à l'animal, et qu'alors on courbe subitement l'une ou les deux pattes de derrière étendues dans toute leur longueur, *elles reprennent ordinairement aussitôt la position droite*, quoiqu'on ait détruit dans ces pattes le sentiment réel aussi bien que le sentiment de réflexion, puisque les racines postérieures de nerfs et les cordons postérieurs etc. avaient été détruits. Cela eut également lieu dans les deux cas, soit que la moëlle épinière operée fût entièrement tranchée ou non.

Ces deux faits prouvent évidemment ce qui suit:

α. Qu'il se communique un mouvement ou ébranlement des extrémités des nerfs dans la *substantia spongiosa*, (car en faisant ces expériences, il en est resté encore quelque chose sur la *substantia medullaris antica*), lequel ébranlement occasionne les dites vibrations.

β. Que l'action des nerfs de mouvement produit un mouvement dans la substantia spongiosa, et que ce dernier mouvement occasionne une nouvelle action des nerfs de mouvement.

γ. Que les vibrations continuelles des muscles sont elles-mêmes l'effet *d'une action continue et réciproque entre la substantia spongiosa et celui des nerfs de mouvement.*

Ces faits me paraissent propres à répandre quelque lumière sur les causes des tremblements (*tremores*) dans les diverses maladies d'hommes et d'a-

nimaux ; peut-être peuvent-elles aussi conduire à expliquer comment plusieurs médecines, et spécialement la *strychnine*, peuvent rendre le mouvement à différents membres paralysés, ou, en d'autres termes, de quelle manière et dans quelle partie ces médicaments agissent sur la moëlle épinière (*a*). Ces faits d'ailleurs ne laissent plus de doute sur la réalité d'un mouvement dans la *substantia spongiosa*.

Lorsqu'on examine, outre les résultats de l'expérience précédente, ceux que nous offre un examen *microscopique* des *substantia gelatinosa* et *spongiosa ;* lorsqu'on fait attention à la figure des *globuli nucleati* dans ces deux diverses substances (*b*), on verra non seulement qu'il doit y exister un mouvement, mais aussi de quelle manière ce mouvement peut avoir lieu. En faisant attention aux résultats des diverses expériences décrites plus haut, il faudra reconnaître que la direction du sentiment et du mouvement ressemble en quelque sorte à celle du mouvement dans le système des veines et des artè-

---

(*a*) Dans l'expérience précitée, où la *substantia medullaris antica* a été mise à découvert avec une petite quantité de *subst. spongiosa*, et où la moëlle épinière était même tranchée entièrement dans la région de la troisième vertèbre, j'ai néanmoins plusieurs fois pu empoisonner les pattes de derrière avec la *strychnine*, pourvu que la circulation du sang vers ces pattes et dans la moitié postérieure de la moëlle épinière ne fût pas empêchée.

(*b*) Voyez Remak, *Observationes anatomicae et microscopicae* 1838.

rés. Je trouverai occasion dans la suite de démontrer les détails de cette ressemblance, et me bornerai pour le moment à contempler de plus près la direction des substances *gelatinosa* et *spongiosa*.

Pour ce qui concerne la première (*subst. gelatinosa*), je vais citer une expérience qui sert à prouver évidemment que la direction de son action est soutenue par le mouvement dans la *subst. spongiosa*.

On prendra trois grenouilles, dont *l'une* n'a subi aucune opération, mais dont la *seconde* a été privée de toutes les racines antérieures de nerfs des pattes de derrière, et la *troisième* d'une grande partie des deux cordons antérieurs.

Lorsqu'on irrite les pattes de derrière de ces trois grenouilles, on observera distinctement une grande différence dans le temps qui s'écoulera entre l'irritation pratiquée et la manifestation de la douleur, qui en est l'effet.

L'animal qui est resté intact montre presque à l'instant même de l'irritation des symptômes d'une douleur violente (*a*). Ce n'est ordinairement qu'au bout de quelques instants que le second animal donne des signes de douleur, et un laps plus considérable s'écoule avant que la troisième grenouille fasse la même chose (*b*).

(*a*) Il est bon de saisir fortement de la main l'animal pendant qu'on fait l'irritation.

(*b*) L'irritation faite à ce dernier animal doit se faire peu après l'opération, et par quelque moyen violent, par ex. avec *l'acid. sulph. concent.*

En comparant l'action de la *substantia gelatinosa* à celle de la *substantia spongiosa*, on verra que la première reçoit l'irritation d'une manière et qu'elle la rend de deux. Elle la reçoit par les racines postérieures de nerfs (*nervi sensûs*), et elle la rend, ou plutôt la communique, comme il a été dit, à la *subst. medullaris postica* et à la *subst. spongiosa.*

Quant à l'action de recevoir l'irritation par la *subst. spongiosa*, elle a lieu de *deux* manières, la communication *d'une seule.* L'action de recevoir se fait par la *substantia medullaris antica* et par la *subst. gelatinosa*, la communication se fait aux racines antérieures de nerfs (*nervi motûs*).

De même que la communication de l'irritation se fait à la *substantia gelatinosa* vers deux côtés différents (en arrière ou en haut, et en avant ou en bas), et en deux directions contraires (*centrifuge* et *centripéte*), de même l'admission de l'irritation par la *subst. spongiosa* se fait par deux directions différentes, (qui sont toutes les deux *centripétes* si l'on se figure la *substantia spongiosa* comme le point central).

Les deux irritations vers la *substantia spongiosa* sont la *volonté* et le *sentiment*; la première, c'est-à-dire la volonté, moyennant la *substantia medullaris antica*, l'autre, c'est-à-dire le sentiment (ou plutôt le sentiment de réflexion) moyennant la *subst. gelatinosa.*

C'est ici le moment de justifier la dénomination de *sentiment de réflexion.*

J'ai dit précédemment (*) que le *sentiment* peut seulement avoir lieu dans le corps animal. Dans un certain sens, et en fixant exactement la signification du mot, on ne pourrait le nier. L'animal seul a du sentiment, et est instruit de l'état où se trouvent les différents objets, qui sont au dedans et au dehors de lui. *Sentir* n'est autre chose qu'être instruit de certaines propriétés diverses. Selon la plus ou moins grande différence de ces propriétés, il y a diversité dans le sentiment et discernement des différentes propriétés. *Sentir* et *distinguer* sont en quelque sorte deux expressions synonymes. Le sentiment et le discernement donnent indirectement lieu à une action (un mouvement). Suivant les impressions qui agissent sur notre sentiment, à mesure que ce sentiment les ressent et les distingue, à mesure que ces impressions reçues ont rapport à d'autres impressions reçues antérieurement, à mesure qu'on est capable de mettre un certain ensemble dans ces impressions (de les comparer entr'elles), et enfin à mesure qu'on est habitué d'agir en conséquence des diverses impressions reçues, on agit effectivement d'après une impression reçue.

C'est ainsi que le sentiment réel donne lieu indirectement à un mouvement; tout mouvement vo-

---

(a) *De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae.* Pag. II. nota I.

lontaire émane du sentiment réel, ou, en d'autres termes, est excité par ce dernier. — Il y a toujours entre le commencement du sentiment réel et celui du mouvement de volonté un espace de temps, quand même cet espace serait d'une durée presque nulle. Le sentiment réel ne peut produire du mouvement de volonté à moins que certaines fonctions du cerveau n'aient lieu entre les commencements de l'une et de l'autre.

Là où ces fonctions ne s'exécutent point, il n'y a pas eu de sentiment réel, ni par conséquent de mouvement volontaire, et le mouvement qui a néanmoins eu lieu, n'est que mouvement de réflexion. Cependant les mêmes circonstances, qui produisent indirectement un mouvement volontaire, peuvent également occasionner du mouvement de réflexion; par exemple, lorsqu'une certaine irritation agit sur notre corps et lui communique une impulsion qui nous fasse réfléchir, délibérer et prendre la résolution de faire quelque mouvement, nous avons reçu de cette impulsion du sentiment réel, et ce sentiment nous a conduits à du *mouvement volontaire*. Si, au contraire, cette même impulsion produit du mouvement immédiatement après qu'elle a été reçue, avant que, ou même sans que cette impulsion aît fait impression sur notre sentiment, ce mouvement sera *mouvement de réflexion*.

Lorsque dans ce dernier cas l'impulsion ou l'irritation a été forte ou agissant d'une manière continue, elle occasionnera toujours dans un cerveau

sain, du sentiment réel, outre le mouvement de réflexion, même après le commencement de celle-ci ou pendant qu'elle existe. Lorsque l'irritation a été faible et son action peu durable, ou que le cerveau était incapable de faire les fonctions nécessaires pour établir le sentiment et le mouvement volontaire (par la *sopeur*), ou enfin lorsque le cerveau était à la vérité capable de ces fonctions, mais que quelques-unes de ces opérations étaient suspendues (par le *sommeil*), et que l'irritation n'était par assez forte ni assez continue pour faire cesser la suspension, il n'y aura point de sentiment réel après ou pendant le mouvement de réflexion.

Mais quelle dénomination donnera-t-on maintenant à l'irritation ou à l'impulsion qui n'est point parvenue à connaissance? Comment appellera-t-on l'irritation qui produit immédiatement le mouvement de réflexion le plus propre (*)? C'est par les cordons postérieurs que l'action d'une certaine irritation se transporte dans le cerveau, où elle donne lieu à différentes fonctions; c'est également par les cordons postérieurs que l'action d'un certain *stimulus* se transmet aux cordons antérieurs, où il donne lieu à certaine fonction (mouvement de réflexion). *Ainsi les cordons postérieurs opérent de deux manières*, de l'une, en occasionnant au moyen du sentiment réel à diverses actions du

(*) Voyez sur les mots: » *mouvement de réflexian propre et impropre*" pag. 132 — 135.

cerveau et par là même à du mouvement volontaire ; cela se voit évidemment : de l'autre manière, en provoquant du mouvement de réflexion. Comment qualifier encore l'action que les cordons postérieurs exercent sur les cordons antérieurs, sans le secours de l'activité du cerveau ? On ne saurait répondre que les cordons postérieurs transmettent aux cordons antérieurs l'irritation reçue par les racines postérieures, et qu'ainsi on ne pouvait parler que d'une irritation invariable dans sa propriété, quoique peut-être pas dans la force, et qui aurait été transférée des racines postérieures aux racines antérieures, moyennant la moëlle épinière. Nullement, car si cela était, le résultat (mouvement de réflexion) devrait être le même, soit que l'irritation fût appliquée à la moëlle épinière même, aux cordons antérieurs ou postérieurs, soit qu'elle fût appliquée aux extrémités des racines de sentiment qui se répandent dans la peau, ce qui n'arrive jamais, car le mouvement de réflexion qui a lieu par l'attouchement ou l'irritation de la peau de grenouilles et d'autres animaux, à qui on a tranché la tête, est toujours *propre*, tandis que le mouvement de réflexion qui est provoqué par l'attouchement des cordons antérieurs ou postérieurs de la moëlle épinière, est toujours *impropre*.

J'appelle mouvement de réflexion *propre* celui qui s'opère dans l'animal à proportion de l'irritation reçue, et qui est propre à repousser cette irritation, p. ex. lorsqu'on irrite fortement les pattes de de-

vant d'une grenouille décapitée (en les pinçant ou en y appliquant un peu d'acide sulphurique concentré), les pattes de derriére se mettront en mouvement de réflexion, et tâcheront de détourner l'irritation des pattes de devant. Tous les mouvements que fait l'animal décapité tendent évidemment à repousser l'irritation reçue. Lorsqu'on irrite fortement l'une des pattes de derrière, le mouvement de réflexion, tant de la patte irritée que de celle qui ne l'est pas, est tel, qu'il n'y a nul doute que ce mouvement ne soit uniquement effectué que pour éviter l'irritation, si elle dure encore, tandis que le plus souvent, lorsqu'on irrite fortement les pattes de derrière, ce sont aussi les pattes de devant qui exercent leur mouvement pour le même but (l'empêchement de l'irritation).

J'ai observé dans l'expérience suivante un degré extraordinaire de mouvement de réflexion propre. J'ai tranché à une grenouille toutes les racines postérieures des pattes de derrière, excepté celles du *nervus coccygeus*, et décapité l'animal; néanmoins une forte irritation de *l'anus*, où se terminent les racines de sentiment des *nervi coccygei* (*a*) a provoqué le mouvement de réflexion le plus propre, savoir : le mouvement des pattes de derrière appro-

---

(*a*) Voyez mon Traité. *Over de gevoelszenuwen en het verband tusschen de gevoels- en bewegingszenuwen*, Tijdschrift etc. Tome VI ; et mes *Aanteekeningen over de zenuwvlechten*, Tijdschrift etc. Tome V.

chait les pieds au point qu'ils touchaient à l'anus pour en éloigner l'irritation. Après que les racines de mouvement d'une des pattes de derrière, par ex. de la gauche, avaient été tranchées, le pied de la patte droite n'en arrivait pas moins jusqu'à l'anus, lorsque j'irritais fortement le côté droit de ce dernier. Je fis cette irritation avec l'acide sulphurique concentré (*a*).

Le mouvement de réflexion *impropre* est différent, et est occasionné par l'application d'un stimulus à la moëlle épinière même, ou à des parties du corps qui dans l'état sain sont dénuées de sentiment réel, dans lesquelles les nerfs de sentiment ne se terminent pas par voie directe.

Il est tout simple qu'ici le mouvement de réflexion ne saurait être *propre*, car, puisque l'irritation est appliquée à un endroit d'où l'animal ne peut l'éloigner moyennant ses muscles animaux, (muscles qui dans l'état sain, sont ou peuvent être sujets à la volonté), il est impossible qu'un pareil mouvement puisse y avoir lieu. Ainsi le mouvement qui s'y manifeste est *impropre*.

Nous qualifions ce mouvement de réflexion impropre de *crampe*, *tremblement*, *vibration de muscles*. Elle est différente selon la nature et le degré de l'irritation, selon les diverses propriétés

---

(*a*) Pour plus de clarté, j'ai répété ici la description de cette expérience (déjà communiquée plus haut, p. 116, pour prouver un autre fait).

des parties irritées, ainsi que selon l'état de l'animal irrité.

Ce que je viens d'avancer peut se réduire à la maxime suivante : l'irritation de la peau et de son prolongement (pour autant que ce que nous appelons *nerfs de sentiment de la vié animale*, se terminent au dedans de lui), occasionne (dans les muscles animaux) *mouvement de réflexion propre ;* l'irritation des autres parties du corps provoque ordinairement *mouvement de réflexion impropre*, (*crampe*, *tremblement* etc) (*).

Lorsque nous contemplons *le mouvement de réflexion propre*, il faut avouer que sa propriété doit dépendre d'une circonstance quelconque ; il est évident qu'elle ne dépend point de la volonté, car la volonté n'existe point dans un animal décapité. Que si quelqu'un voulait nier ce dernier fait (ce qui me parait inconcevable), personne ne prétendra que cette volonté existe encore dans une grenouille à laquelle on a non seulement tranché la tête, mais encore la moëlle épinière jusqu'à la région de la troisième vertèbre. Cependant nous voyons dans les pattes de derrière d'un animal ainsi traité le mouvement de réflexion le plus propre, en irritant l'une ou l'autre de ces pattes ou les deux ensemble, surtout lorsque cette irritation est très-forte, comme par l'application d'acide sulph. concent. Or,

---

(*) Sur le MOUVEMENT ORGANIQUE PROPRE et IMPROPRE, voyez plus bas pag. 155 note.

là où la *volonté* n'existe point, le *sentiment réel* a disparu; car l'une ne peut exister sans l'autre. Il faut donc qu'il y ait un autre *pouvoir* que ceux du sentiment réel et de la volonté, qui donne lieu à du mouvement de réflexion propre dans la moëlle épinière moyennant l'irritation qui y a été reçue. Et c'est ce *pouvoir* de l'irritation reçue, et en quelque sorte effectuée dans les cordons postérieurs, afin d'y produire du mouvement de réflexion, c'est ce même pouvoir, dis-je, que j'appelle *sentiment de réflexion.*

Nous avons démontré plus haut qu'il y a un mouvement dans les cordons antérieurs; savoir dans la *substantia spongiosa*, pendant que les nerfs de mouvement sont excités à exercer leurs fonctions sur les muscles. Nous avons vu encore que ce mouvement dans la *substantia spongiosa* propage la transmission du sentiment par les cordons postérieurs; je vais maintenant démontrer que pendant la transmission du sentiment, (soit sentiment réel ou de réflexion), il se fait un mouvement dans les cordons postérieurs, principalement dans la *substantia gelatinosa*, et que ce mouvement propage réciproquement dans la *substantia spongiosa* celui dont j'ai parlé plus haut. Les expériences décrites ci-après me donnent occasion d'admettre ces deux faits.

J'ai fait à trois grenouilles les trois opérations suivantes: A *l'une* j'ai simplement coupé les deux cordons postérieurs dans la région de la troisième

vertébre (*a*) ; à *l'autre* j'ai tranché toutes les racines postérieures de nerfs des deux pattes de derrière, et à la *troisième* j'ai enlevé entièrement les deux cordons postérieurs depuis la région de la troisième vertèbre (sans cependant trop enlever de la substance grise).

Je posai à terre ces trois grenouilles ; après qu'elles y eurent été couchées pendant quelque temps, et qu'elles purent exercer le mouvement des pattes de derrière, je mis près d'elles une *quatrième* grenouille, qui n'avait subi aucune opération.

Il est tout simple que parmi ces quatre grenouilles, celle qui était restée intacte faisait les mouvements avec le plus de vivacité ; mais il n'en est pas moins vrai que peu après celle des grenouilles dont j'avais seulement tranché les cordons postérieurs, agitait les pattes de derrière, et sautillait aussi lestement que celle dont je viens de parler ; tandis que les deux autres, et spécialement la *troisième*, faisaient non seulement de leurs pattes de derrière des mouvements volontaires moins vifs et moins certains, mais encore ne pouvaient les continuer aussi long-temps que les deux grenouilles précédentes.

Celle des grenouilles dont les cordons postérieurs avaient été entièrement enlevés, faisait les mouvements les moins vifs avec les pattes de derrière.

(*a*) C'est la même expérience qui a été décrite dans mon premier Traité : *sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière* p. 25–26.

Ce qu'il y a de curieux dans cette expérience, c'est que l'animal dont les racines postérieures avaient été tranchées, faisait ses mouvements avec moins de vivacité que l'animal à qui on avait coupé les cordons postérieurs de la moëlle épinière dans la région de la troisième vertèbre. Les deux animaux avaient *perdu le sentiment dans les pattes de derrière ;* ils remuaient par conséquent des membres qu'ils ne sentaient plus du tout ; ainsi leurs mouvements ne pouvaient naturellement avoir la même vivacité que ceux d'un animal qui a conservé le sentiment dans les membres qu'il agite. (Voyez sur ces entre-faites ma recherce la plus nouvelle dans le SUPPLEMENT II).

Mais la raison par laquelle l'animal, dont les racines postérieures avaient été tranchées, et qui avait par conséquent subi une opération moins violente que l'animal auquel on avait coupé les cordons postérieurs, néanmoins se remuait avec moins de vivacité que ce dernier, doit être cherchée dans le mouvement de réflexion que l'un des animaux avait conservé, tandis que l'autre l'avait perdu.

Il résulte de ceci *que le mouvement volontaire d'un animal doit non seulement être soutenu par le sentiment réel, mais aussi par le sentiment de réflexion.*

Afin de faire un autre usage de ces expériences, je les ai exécutée sur trois grenouilles auxquelles j'avais tranché la tête derrière le timpan ; J'ai ensuite également tranché la tête derrière le timpan à une quatrième grenouille d'ailleurs intacte.

Après avoir laissé ces quatre animaux couchés par terre pendant quelques minutes, j'ai successivement irrité à un degré parfaitement égal les pattes de devant des quatre animaux, afin d'exciter du mouvement de réflexion dans les pattes de derrière.

La *propriété* du mouvement de réflexion qui se manifestait après une irritation, parfaitement égale des pattes de devant, dans les animaux, ainsi préparés, était différente, suivant qu'ils avaient été plus ou moins endommagés. L'animal décapité, dont la moëlle épinière n'avait point été coupée, fit après l'irritation des pattes de devant le mouvement de réflexion *le plus propre*; au point même que le mouvement volontaire le mieux dirigé aurait à peine pu effectuer dans les pattes de derrière d'un pareil animal des efforts plus propres à repousser une forte irritation des pattes de devant, que les efforts qu'effectuait le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière de cet animal décapité, après que ses pattes de devant eurent été subitement et fortement irritées. Voyez plus haut, page 132—133.

Le mouvement de réflexion était *presque aussi propre* dans les pattes de derrière de l'animal décapité, dont les cordons postérieurs avaient été tranchés dans la région de la troisième vertèbre; tandis que le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière des deux autres animaux était *beaucoup moins propre*, quoique la différence en ce point fût beaucoup plus grande entre ces deux derniers animaux, dont l'un avait perdu les racines posté-

rieures, et l'autre les cordons postérieurs.

Si nous recherchons la cause du mouvement de réflexion dans les pattes de derrière de ces quatre animaux (dont les pattes de devant ont été irritées), nous la trouverons évidemment dans l'effet du mouvement de réflexion, excité dans la *substantia gelatinosa* située dans la région des pattes de devant, exercé sur la *substantia spongiosa* située dans la même région, d'où l'impression reçue par cette *substantia spongiosa* se transmet à la partie inférieure (*a*), de sorte que partout où il se trouve des nerfs dans la *subst. spongiosa* sous l'impression reçue, ces nerfs sont (ou peuvent être) excités à du mouvement.

On serait donc tenté de croire que dans tous les cas il serait indifférent de trancher à une grenouille décapitée les cordons postérieurs dans la région de la troisième vertèbre, ou d'enlever toutes les racines de nerfs des pattes de derrière; qu'en irritant avec une force égale les pattes de devant de ces deux animaux, le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière dût être de même nature. Il semblerait même au premier abord que, s'il existait une différence dans la propriété du mouvement de réflexion des deux animaux, le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière de l'animal décapité, à qui

---

(*a*) Les expériences XXIX et XXX démontrent principalement que le mouvement de réflexion ne peut se transmettre par la seule *subst. medullaris antica.*

l'on a tranché les cordons postérieurs, devrait être moins propre en irritant les pattes de devant, qu'en faisant une irritation semblable à l'animal décapité dont on avait tranché les racines postérieures de nerfs des pattes de derrière. — Et néanmoins, comme nous l'avons vu, c'est le contraire qui a lieu.

Les conséquences à déduire de ceci, sont évidemment les suivantes : *que le sentiment de réflexion non seulement est la cause du mouvement de réflexion, mais qu'il propage aussi le mouvement de réflexion déjà excité et mis en action ;* car le mouvement de réflexion dans les pattes de derrière de l'animal décapité à qui les cordons postérieurs ont été tranchés dans la région de la troisième vertèbre, malgré cela n'avait perdu presque rien de sa propriété, puisque le mouvement de réflexion n'avait point été ôté à ces pattes de derrière ; mais ce dernier ayant eu lieu dans la grenouille décapitée, privée de ses racines postérieures de nerfs des pattes de derrière, était aussi la cause que la propriété du mouvement de réflexion de ces pattes était moins grande.

Ayant ainsi démontré que le sentiment de réflexion propage toujours le mouvement déjà excité (soit volontaire soit de réflexion), il me reste à prouver que ce sentiment et le sentiment réel se transportent *aussi par le mouvement dans les cordons postérieurs.*

Et comment pourrait-on en douter ? Y a-t-il rien

dans la nature qui soit sans mouvement? Tout est *en* mouvement et tout se fait *par* mouvement. Peu importe si nous sommes en état ou non de contempler et d'examiner ce mouvement.

Le *sentiment* ne signifie que l'opération d'une sorte de mouvement dans nous-mêmes et dans d'autres animaux. Le résultat d'un certain mouvement n'est autre chose qu'un mouvement effectué par un autre mouvement. Le sentiment (tant de réflexion que réel), la pensée, l'imagination, et *toutes les opérations de la moëlle épinière et du cerveau se font par le mouvement qui est en eux*, aussi certainement que ces opérations sont excitées par du mouvement.

J'ai plusieurs fois dit que le sentiment est causé par le mouvement, et le mouvement par le sentiment; on peut tout aussi bien dire, qu'un mouvement est produit ou occasionné par l'autre; on pourrait même dire avec raison que la doctrine de Bell consiste principalement en ce que quelques nerfs (les nerfs de sentiment) causent un mouvement dans la moëlle épinière et le cerveau; tandis que d'autres nerfs (les nerfs de mouvement) causent un mouvement dans les muscles.

Nous avons vu plus haut qu'il se fait aussi, dans l'action des nerfs moteurs, un mouvement principalement dans les cordons antérieurs (dans la *substantia spongiosa*) voyez page 123.

Les nerfs eux-mêmes sont des conducteurs pour le mouvement; l'oeil ne peut d'aucune maniére y ob-

server un mouvement (*a*), mais l'excitation de mouvement moyennant les nerfs, il y aura du mouvement aussi bien à l'endroit où les nerfs sont excités à agir, qu'à celui où ils exercent leur action.

Maintenant il s'agit de savoir, s'il se fait aussi un mouvement réciproque dans la *subst. gelatinosa*, et dans la peau en excitant le sentiment, de même qu'il se fait un mouvement réciproque dans la *substantia spongiosa* et dans les muscles.

Il peut exister aussi peu de doute sur le rapport réciproque entre la peau et les cordons postérieurs que sur le rapport entre les muscles et les cordons antérieurs.

(*a*) Ce fait, déjà connu des anciens et rapporté en détail par Haller, m'a paru évident par l'expérience suivante : J'ai préparé la colonne vertébrale avec les nerfs des pattes de derrière, de sorte qu'il ne m'en restait rien que la colonne vertébrale même, la moëlle épinière qu'elle renferme et les nerfs des pattes de derrière ; ensuite j'ai passé la colonne vertébrale au travers de l'ouverture d'une petite planche très-mince ; j'ai posé cette planchette sur un verre rempli d'eau, de manière que les nerfs se trouvaient suspendus librement dans l'eau, et que la partie supérieure de la colonne vertébrale s'élevait un peu au dessus de la planchette. Après avoir laissé reposer cet appareil pendant quelque temps, j'ai très-lentement et avec précaution, passé une aiguille au travers de la colonne vertébrale, mais malgré cette violente irritation, qui devait nécessairement se communiquer aux racines de mouvement, il n'en résultait pas le moindre mouvement dans l'eau.

Je fixerai encore ici l'attention du lecteur sur la différence réelle qui existe par rapport au mouvement qui a lieu dans les muscles, lorsque dans une grenouille décapitée, on irrite les racines de mouvement ou les cordons antérieurs, ou les postérieurs ou enfin la peau. Une irritation un peu forte des racines antérieures occasionne de fortes vibrations de muscles; une irritation pareille des cordons antérieurs cause des vibrations violentes et de longue durée. La même irritation appliquée aux cordons postérieurs est suivie de semblables vibrations longues et violentes. L'irritation des racines postérieures de nerfs provoque de très-faibles vibrations, tandis que l'irritation de la peau donne lieu au plus propre mouvement de réflexion.

C'est Volkmann qui a le premier demontré que l'irritation de la *peau* offre du mouvement de réflexion, voyez Müller, *Archiv.* 1838.

Nous voyons par là que moyennant les cordons antérieurs, la volonté exerce la même influence sur les muscles, que la peau peut y exercer moyennant les cordons postérieurs et antérieurs; mais nous y voyons en même temps que c'est uniquement la volonté et la peau qui possèdent aussi parfaitement cette faculté. Voyez ci-dessus, page 139.

Si l'on considère le lieu entre la *substantia spongiosa* et la *subst. gelatinosa* comme le centre entre les deux moitiés de la moëlle (les moitiés antérieure et postérieure), et comme le *centre* pour le *sentiment de réflexion* et le *mouvement de réflexi-*

on ; si l'on considère les deux moitiés avec leurs extrémités (les nerfs de sentiment et de mouvement) chacune pour soi ; si l'on connait le rapport des deux moitiés entre elles, et celui qui existe entre les extrémités d'une moitiè (les cordons antérieurs et les nerfs de mouvement dans les muscles), il n'y a plus le moindre doute sur l'existence d'un pareil rapport entre les extrémités de *l'autre moitié* (cordons postérieurs et nerfs de sentiment dans la peau), ou en d'autres termes, que s'il existe un mouvement dans les cordons postérieurs par la production de sentiment, il doit y avoir en même temps un mouvement dans la peau.

Quelque difficile qu'il soit de prouver cette dernière assertion, cependant, après ce qui a été dit, il ne sera plus nécessaire de démontrer qu'un mouvement dans les cordons postérieurs accompagne toujours un mouvement dans la peau, lequel existe naturellement dans cette dernière, chaque fois qu'on fait une irritation (*a*).

L'examen de l'action du *système nerveux* et du *système vasculaire* nous fera voir qu'on peut faire

(*a*) J'ai dit et montré ailleurs que le sentiment ne peut jamais être suscité sans mouvement.

entre ces deux systèmes une comparaison frappante.

De même que le *coeur* est le lieu de rassemblement, où se rend le sang des veines et d'où sort le sang des artères, de même aussi la *moëlle épinière* (avec certains prolongements) est le lieu de réunion où se rend le sentiment et d'où émane le mouvement (*a*).

Les fonctions du coeur se font par quatre parties, savoir : *atrium dextrum*, *ventriculus dexter*, *atrium sinistrum* et *ventriculus sinister* (*b*).

Les fonctions de la *medulla spinalis* s'exécutent également par quatre parties : *substantia gelatinosa*, *substantia medullaris postica*, *substantia medullaris antica* et *substantia spongiosa*.

L'atrium dextrum reçoit le sang des veines et le transmet au *ventriculus dexter* ; celui-ci le reporte dans le poumon, d'où il est ramené dans *l'atrium sinistrum* et de là dans le *ventriculus sinister*.

Les impressions du sentiment sont portées à la *substantia gelatinosa* ensuite à la *substantia medullaris postica*, qui les conduit au cerveau ; l'action du cerveau qui résulte de ceci porte l'effet des

---

(*a*) La comparaison des nerfs de sentiment et de mouvement avec le sang des veines et celui des artères a déjà été proposée dans mon Traité. *de differentia et nexu* etc. p. 37.

(*b*) La comparaison est déduite ici de la circulation du sang dans les animaux supérieurs ; on peut établir proportionnement cette comparaison pour les animaux inférieurs.

impressions du sentiment à la *substantia medullaris antica* qui le transmet à son tour à la *substantia spongiosa.*

L'action de *l'atrium dextrum* a donc quelque ressemblance à celle de la *substantia gelatinosa* ; l'action du *ventriculus dexter* à celle de la *substantia medullaris postica ;* l'action de *l'atrium sinistrum* à celle de la *substantia medullaris antica*, et l'action du *ventriculus sinister* à celle de la *substantia spongiosa.*

On peut d'ailleurs comparer en quelque sorte les fonctions du poumon, rélativement au coeur, à celles du cerveau par rapport à la moëlle épinière.

De même que le *sang des veines* est préparé dans le poumon de manière à posséder la qualité la plus propre à remplir les besoins du corps, de même aussi le *sentiment*, moyennant les fonctions du cerveau, accasionne le mouvement animal le plus propre.

Sans le poumon point de sang artériel propre, sans le cerveau point de mouvement volontaire propre. De même que la *respiration* change le sang des veines en sang artériel, de même aussi la *pensée* change le sentiment en impressions propres de volonté.

Cette comparaison se borne exclusivement à l'action de la moëlle en rapport au cerveau, et à l'action du coeur en rapport aux poumons.

En réfléchissant sur l'action de la moëlle épinière sans le cerveau, ou peut néanmoins faire ce parallèle, puisque nous connaissons également l'action

du coeur sans les poumons. Je veux dire la circulation dans le *foetus*. Ici le sang des veines passe directement du coeur droit dans le coeur gauche, de même que les impressions des cordons postérieurs sont immédiatement transmises aux cordons antérieurs.

A cette occasion je ne puis passer sous silence un fait remarquable, savoir, que l'entrée en fonction du poumon marche en quelque sorte à pas égaux avec l'entrée en fonction du cerveau.

Dans le *foetus*, où le poumon n'a pas encore d'activité, le cerveau n'en a pas davantage. L'action du coeur, sans le poumon, est plus forte que plus tard avec le secours du poumon. Le seul mouvement animal qui existe est mouvement de réflexion.

Ensuite plus le poumon entre en activité, plus aussi se développe l'activité du cerveau, quoique dans les animaux supérieurs cette dernière soit encore long-temps tardive, malgré que le poumon ait atteint toute son activité.

Dans les animaux inférieurs, et notamment dans les amphibies, où le mouvement de réflexion domine toujours à un degré excessif, dans lesquels nous voyons clairement que l'action de la moëlle épinière a lieu sans cesse hors de tout intermédiaire du cerveau; dans lesquels presque tout mouvement volontaire est mêlé de mouvement de réflexion; dans lesquels la moëlle épinière, longtemps après avoir été séparée du cerveau, remplit encore ses fonctions; dans ces animaux, dis-je, nous voyons aussi que les fonctions du coeur peuvent s'exercer sans l'intermédiaire

du poumon ; qu'une partie du sang des veines se réunit au sang artériel sans avoir été dans le poumon ; que, quoiqu'on ait enlevé le poumon, la circulation et la vie de l'animal durent encore pendant quelque temps.

Pour faire voir plus clairement encore la justesse de la comparaison que je viens de faire entre la *moëlle épinière* et le *coeur*, et entre le *cerveau* et le *poumon*, je vais rapporter une expérience, qui servira dailleurs, à confirmer ce qui vient d'être remarqué sur les amphibies.

Cette expérience se fait sur quatre grenouilles. On enlèvera à *l'une* le cerveau, ou on lui tranchera la tête ; on enlèvera à la *seconde* toute la moëlle épinière ; à la *troisième*, le poumon (*a*), et à la *quatrième* le coeur (*b*). Ensuite on appliquera sur la peau (*c*) d'une des pattes de derrière de chacun de ces animaux un peu de *strychnine*.

Au bout de quelques minutes la première grenouille, qui a été privée du cerveau, et la troisiè-

---

(*a*) Cela s'opère le mieux en faisant prudemment des deux côtés de l'animal une petite ouverture sous les pattes de devant et dans l'aisselle ; en pressant ensuite le ventre, la respiration de l'animal fera sortir les deux parties du poumon, que l'on peut alors trancher sans peine.

(*b*) En faisant une petite ouverture au *sternum* et en pressant l'abdomen, on peut faire sortir le coeur.

(*c*) La peau de ces animaux est si éminemment *absorbante*, que le moindre contact avec la *strychnine* cause l'empoisonnement, en quelque lieu du corps que ce soit.

me, à qui on a ôté le poumon, seront saisies de *tétanus*, tandis que le poison restera sans aucun effet sur les deux autres grenouilles, dont l'une est sans moëlle épinière et l'autre sans coeur (*a*).

D'aprés ces résultats le poumon est aussi peu nécessaire pour recevoir et répandre le poison, que le cerveau pour en assurer l'effet. La première chose ne peut avoir lieu sans le coeur, ni la dernière sans la moëlle épinière (*b*).

Il est évident que le poison est reçu par les veines et par la moitié droite du coeur, et qu'il est répandu par la moitié gauche et les artères.

On pourrait demander maintenant, si la réception de *l'action* dans la moëlle épinière se fait (ou se propage) aussi par les racines postérieures de nerfs et des cordons postérieurs, et si cette action doit indispensablement être transmise aux cordons antérieurs, puisque nous avons vu plus haut que c'est là que l'action se manifeste, et qu'elle est répandue dans les muscles par les nerfs de mouvement. — Il semblerait du premier abord, que les expérien-

---

(*a*) Cette expérience renferme d'ailleurs la preuve palpable que le sang des veines peut circuler *directement* par le coeur; qu'il peut, sans l'intermédiaire du poumon, passer des veines dans les artères.

(*b*) On sait généralement que la présence de la moëlle épinière est indispensable pour exciter l'empoisonnement.

Mes expériences précédemment décrites prouvent qu'il ne faut pour cet effet que les cordons antérieurs.

ces de STANNIUS devraient donner lieu à faire cette question. —

Nous avons vu plus haut que les cordons postérieurs et les racines postérieures ne sont point nécessaires pour empoisonner les cordons antérieurs. Ils sont nécessaires pour exciter l'empoisonnement ; car si l'on n'y applique une irritation, les mouvements tétaniques ne se manifesteront point, à moins qu'il ne soit appliqué, comme nous l'avons vu plus haut, une irritation mécanique sur ou dans les cordons antérieurs eux-mêmes, par ébranlement ou commotion (*commotio*), etc. (Voyez plus haut pag. 122 et MÜLLER *Archiv* pag. 223.)

Comme j'en suis à faire des parallèles, je veux encore ajouter ici que la circulation dans le système capillaire me semble pouvoir en quelque sorte être comparée à la circulation qu'il y a entre les *ganglions* et les nerfs de sentiment et de mouvement de la vie végétative.

L'action (le mouvement) dans le *système capillaire* dépend à la vérité du mouvement dans le coeur et le poumon ; mais ce mouvement peut se faire pendant un certain espace de temps sans l'influence des deux organes mentionnés. MÜLLER a vu dans la membrane d'nne patte de grenouille durer la circulation dans les vaisseaux capillaires dix minutes, après que cette patte avait été coupée. Les fonc-

tions des nerfs de la vie organique dépendent à la vérité de la moëlle épinière et du cerveau, mais elles continuent pendant un temps considérable après que le cerveau et la moëlle épinière ont été detruits. J'avoue que cette comparaison n'est pas aussi frappante que celle que j'ai faite plus haut entre la moëlle épinière et le coeur, le cerveau et le poumon, mais c'est précisément parceque j'ai fait celle-ci que j'ai voulu en proposer une entre le systême capillaire et les nerfs susdits.

Par rapport aux nerfs, je considère chaque ganglion ou entrelacement de nerfs comme le centre des fonctions d'un nombre plus ou moins grand de nerfs de mouvement et de sentiment; il y a dans ce ganglion une circulation entre ces deux sortes de nerfs (*a*), laquelle se borne au ganglion, ou s'étend à un ou plusieurs autres ganglions avec lesquels il se trouve en rapport. La provocation de *sentiment organi-*

(*a*) Pour prouver qu'il existe une circulation réelle dans les *ganglia* de la vie végétative, on n'a pas besoin d'enlever le coeur de l'animal afin de voir s'élever un nouveau mouvement à chaque nouvelle irritation; on n'a qu'à ôter à une grenouille tous les boyaux, qu'on dépouille du *mesenterium*, et qu'on étend ensuite sur un morceau de papier. Lorsqu'on fait une marque sur ce papier, entre les deux extremités des boyaux et le long des deux côtés, on verra distinctement que le *motus peristalticus* dure encore quelque temps et que ce mouvement s'accroit par l'irritation. Voyez aussi sur ces entre-faites Müller, *Physiologie.*

que, et par là même celle des *mouvements organiques*, peut se faire par un seul ganglion, ou plusieurs ganglions viennent y prendre part, en proportion de l'irritation faite sur un ou plusieurs nerfs de sentiment du systéme nerveux de la vie organique.

Lorsque par exemple, un ou plusieurs nerfs de sentiment de la vie organique sont faiblement irrités, cette irritation se transmet au premier ganglion vers lequel se dirigent ces nerfs et par consequent les nerfs de mouvement de cet ganglion sont excités à exécuter certains mouvements.

Lorsque l'irritation appliquée est plus forte, elle se répand au travers du ganglion vers les autres *ganglia*, et occasionne aussi du mouvement dans ces derniers. Le rapport qu'il y a entre les divers ganglions, consiste en fibres de mouvement et de sentiment, de sorte que le mouvement peut aussi bien que le sentiment se transporter par les divers ganglions, en passant de l'un à l'autre. Ce qui prouve incontestablement ce fait, c'est que le rapport entre les nerfs de la vie animale et de la vie organique (*a*) consiste également en fibres de mouvement aussi bien qu'en fibres de sentiment.

Si l'irritation des nerfs organiques de sentiment

(*a*) Dans les derniers temps Valentin a prétendu qu'il n'y a *qu'un seul systême de nerfs*. — Si cela est ainsi, et si par conséquent on ne pouvait peut-être pas dire : *nerfs organiques et nerfs animaux*, on n'en pourra pas moins toujours dire couvenablement : *nerfs de la vie organique et de la vie animale*.

est d'une nature extraordinaire, l'effet de cette irritation le sera également, et cet effet peut alors se borner exclusivement à la sphère organique, ou il peut passer au systême de nerfs de la sphère organique.

Si cet effet extraordinaire a lieu dans la sphère organique, il en résultera un mouvement extraordinaire, *mouvement de réflexion organique*, dans différentes fibres de muscles de la vie végétative.

Si ce *mouvement de réflexion organique* a lieu dans des fibres de muscles de ces parties où l'irritation a été faite, il peut éloigner cette irritation (p. ex. en cas de *sordes* dans les intestins), et alors il mérite le nom de *mouvement organique de réflexion propre.*

Le mouvement de réflexion de la vie organique, tant propre qu'impropre, s'appelle *crampe* (*a*).

Si *le mouvement de réflexion organique* a lieu

(*a*) Les mouvements des parties qui ne s'assujettissent pas à la volonté, sont:

A. *Mouvements automatiques*, p. ex. le mouvement de *l'iris*, et

B. *Mouvements organiques.* — Les mouvements organiques se distinguent à leur tour en:

a. Mouvements organiques ordinaires

b. Mouvements organiques de réflexion. Ces derniers se divisent encore en:

α. Mouvements organiques de réflexion propres, par ex. *crampe idiopathique* dans les intestins

β. Mouvements organiques de réflexion impropres, p. ex. *crampe sympathique* dans les intestins.

dans les muscles organiques de parties où l'irritation n'a point été reçue, ce mouvement ne sera pas à même d'éloigner directement l'irritation; c'est alors *mouvement organique de réflexion impropre.*

Si cette irritation passe aux nerfs de la vie animale (aux *radices nervorum*), il en résultera de la *douleur* ou du *mouvement* (animal) *de réflexion impropre.*

Il y aura *douleur*, si l'irritation reçue dans les nerfs de sentiment organique est transmise par ces nerfs de mouvement, qui se trouvent en rapport avec la *medulla spinalis*, à la *substantia gelatinosa* et de là à la *subst. medullaris postica.*

Il y aura *mouvement de réflexion* (impropre animal) (*a*) si les impressions transmises dans la *substantia gelatinosa* sont conduites à la *substantia spongiosa.* Il est tout simple que de cette manière le mouvement de réflexion et la douleur peuvent naître à la fois. Aussi comprend-on facilement comment les *deux* sortes de mouvement de réflexion dans la sphère organique, et le mouvement de réflexion impropre animal avec douleur peuvent être causés par une seule irritation.

J'ai déjà communiqué l'année dernière (1838) à

(*a*) Tout mouvement de réflexion dans les muscles animales, qui est l'effet d'une irritation dans l'intérieur du corps, non susceptible d'être écartée par un mouvement volontaire, doit être *impropre*, comme cela a été démontré plus haut.

Mr. le professeur J. VAN DER HOEVEN cette *opinion* concernant les différentes sortes de mouvement, ainsi que les divers mouvements qu'accompagnent les fonctions du cerveau, et je me propose de publier bientôt un traité à ce sujet.

Après avoir dit quelque chose sur le mouvement *volontaire* et le mouvement *organique*, je rapporterai par manière de conclusion quelques expériences sur un mouvement qui par sa nature n'appartient ni au mouvement volontaire ni au mouvement organique, et qui peut naître également d'un stimulus extérieur ou intérieur, savoir le *mouvement automate.*

Ce mouvement automate renferme entre autres le mouvement de *l'iris.*

F. ARNOLD (*a*) est le premier qui ait publié des conjectures sur la véritable cause du mouvement de *l'iris* et qui en donna une description, mais il ne hasarda pas à se déclarer décidément pour cette opinion. En 1833, j'ai cru être fondé à traiter d'une manière plus positive sur le mouvement de *l'iris*, et à soutenir que le *nervus opticus* n'y est pour rien, mais que la contraction se fait au moyen du *nervus centralis* (voyez ma *Diss. de differentia et nexu* etc. p. 57). JEAN MÜLLER, dans la *Physiologie*, a combattu les conséquences de mes expé-

(*a*) Voy. F. ARNOLD, *der Kopftheil des vegetativen Nervensystems* 1831. p. 189.

riences à ce sujet, parce qu'il croyait que lorsque l'un des *nervi optici* avait été tranché, sans le *nervus oculus motorius*, l'oeil privé de ce nerf pouvait encore exercer le mouvement de l'iris par réflexion de l'autre oeil.

Il était d'autant plus fondé à faire cette assertion, parce que je n'avais pas rapporté exactement si j'avais examiné l'iris de chaque oeil en particulier. Je dois l'avouer ici : ma conclusion ne méritait aucune réfutation, et elle ne devait pas entrer en ligne de compte *parce que le nervus opticus n'avait été tranché qu'en partie.* Cela m'a échappé en rapportant ma conclusion, et cela a également échappé à Jean Müller, lorsqu'il la réfuta.

Müller appuya son opinion sur le mouvement de l'iris principalement sur des expériences que Majo avait faites sur des animaux.

Les expériences de Majo furent jusqu'ici la grande pierre d'achoppement qui empêchait de se former de justes idées sur le mouvement de *l'iris.* Ces expériences m'ont toujours paru fort invraisemblables, et malgré ma grande confiance en cet ingénieux Scrutateur, les dites expériences et leurs conclusions n'ont jamais pu me détourner de mon opinion. C'est pourquoi je les ai réitérées l'été dernier (1839) sur une quantité de *pigeons*, mais je m'aperçus bientôt qu'il est extrêmement difficile de faire les expériences de la manière décrite par Majo (*a*),

---

(*a*) Majo, *anatomical and physiological commentaries.* T. II.

puisque l'ouverture de la cavité cérébrale cause un écoulement de sang si violent, que les animaux sont ordinairement morts avant qu'on ait pu trancher le *nervus opticus*; comment donc serait-il possible de faire encore, après cette dernière opération, des expériences sur l'extrémité cérèbrale du *nervus opticus* tranché? Déjà j'avais envain employé plusieurs animaux pour cette expérience, lorqu'enfin je réussis à trancher entièrement le *nervus opticus* d'un pigeon et ensuite les deux *nervi optici* à un autre, pendant qu'à deux autres pigeons je tranchai seulement les deux *nervi oculi motorii*. Néanmoins les animaux sont restés en vie pendant quelque temps, de sorte que les expériences pouvaient se faire sur eux.

Dans le premier pigeon *l'iris* du côté où l'opération avait été faite, se contracta visiblement pendant que je tenais l'oeil de l'autre côté fermé de la main. Aussi dans l'autre animal, qui avait eu les deux *nervi optici* tranchés, la contraction de l'iris des deux yeux était manifeste.

J'obtins de semblables résultats des expériences que je fis sur les deux pigeons auxquels j'avais tranché les deux *nervi oculi motorii*; car après cette opération l'iris se contracta de même.

Pour arriver à des résultats plus certains encore, j'employai plusieurs lapins pour les mêmes expériences. A quelques uns de ces animaux j'ai tranché seulement les deux *nervi optici*, à d'autres aussi

bien les *nervi oculi motorii* que les *nervi optici*, et jamais après ces opérations je n'ai manqué d'observer distinctement les contractions de *l'iris*.

J'ai encore tranché à deux lapins, outre les *nervi optici* et les *nervi oculi motorii*, le tronc du *nervus trigeminus*; mais après cette opération je n'ai pu découvrir la moindre contraction de *l'iris*.

SUPPLEMENT.

Le traité qui précède était déja sous presse, lorsque j'ai réitéré plusieurs des expériences que j'y ai rapportées, et les symptômes que ces répétitions ont offerts, m'engagent à ajouter encore quelques lignes à ce qui en a été dit. D'ailleurs je crois devoir encore m'expliquer sur quelques points.

Au premier abord l'on pourrrait croire que ce que j'ai dit à la page 48, sur la naissance ou l'origine du mouvement de réflexion par suite de l'irritation des *racines postérieures de nerfs*, est une contradiction des expériences que j'ai décrites plus tôt (dans le traité *sur les cordons antérieurs et postérieurs de la moëlle épinière*), dans lesquelles jai déclaré que lorsqu'on tranche les *cordons postérieurs* ou qu'on les irrite par attouchement, cela ne donne point lieu à du mouvement (*a*). — Pour peu qu'on examine attentivement les dites expériences, ou verra que cette contradiction n'existe point; car *a*) les cordons antérieurs étaient séparés des postérieurs avant que ces derniers fussent tranchés, et par cette raison la moëlle épinière n'é-

(*a*) Voyez *premier Traité* etc. Exp. II—VIII.

tait ordinairement plus à portée d'effectuer du mouvement de réflexion ; *b*) on a néanmoins fait ces expériences avec les plus grandes précautions, et on a fixé l'attention sur l'extrême prudence qu'elles exigent, sur les difficultés qu'elles présentent, et enfin *c*) il a été très-positivement parlé de mouvement à cette occasion. (Voyez premier traité pag 16 note (1)).

J'ai dit à la page 49 que l'opinion de Marshall Hall, concernant une espèce particulière de nerfs, qu'il appelle *exito-motory* et *reflecto-motory*, se trouve réfutée par mes recherches. Il est vrai que je ne suis pas directement revenu sur ce point dans mon traité, mais je n'en crois pas moins que le peu de fondement de cette opinion a été suffisamment prouvé, tant par mes expériences avec la *strychnine* sur la moëlle épiniére tranchée, dont toutes les racines postérieures de nerfs avaient été tranchées (voyez ci-dessus pages 84—88), que par la plupart des autres expériences, par lesquelles j'ai prouvé qu'il n'y a qu'une seule espèce de nerfs pour le sentiment, et qu'une seule espèce de nerfs pour le mouvement ; que les premiers se terminent dans la *substantia gelatinosa* et les derniers dans la *substantia spongiosa*, et qu'également les *substances medullaris antica* et *postica* de la moëlle épiniére se terminent successivement dans ces deux substances grises (*a*).

(*a*) Dassen, dans son ouvrage *over de werkzaamheden van*

L'observation que j'ai faite à l'expérience XIV, page 62, savoir qu'il ne faut pas donner à l'animal *une dose trop forte de strychnine*, ce que j'ai fait observer encore à la page 31 dans la note, mérite de fixer particulièrement l'attention de ceux qui veulent répéter ces expériences. C'est surtout en réitérant les expériences XIV, XXV, XXVI, XXVII, XXIX et XXX qu'il faut agir avec les plus grandes précautions. C'est surtout dans ces expériences (*a*), qu'il faut avoir grand soin que la *strychnine* ne touche à aucun endroit du corps où le poison pourrait se communiquer à la partie inférieure de la *medulla spinalis*, parce qu'en ce cas, on empoisonnerait des parties qui ne doivent pas être empoisonnées.

Dans toutes les expériences avec application de *strychnine*, mais surtout dans celles qui sont citées aux numéros XIV, XXV, XXVI, XXVII, XXIX, et XXX, il ne faut pas prononcer sur les résultats, si l'empoisonnement a déjà duré long-temps; car dans ces expériences (surtout lorsqu'on a d'ailleurs appliqué beaucoup de *strychnine*), il se fait aisément une communication mécanique du poison de la partie antérieure à la partie postérieure de la moëlle épi-

---

zenuwgestelsel, adopte l'opinion de M. Hall, que les nerfs de la moëlle épinière se terminent dans le cerveau et dans la moëlle épinière. — Voyez l. c. p. 12.

(*a*) Il est inutile de remarquer que ces précautions sont également nécessaires dans toutes les autres expériences.

nière, ce qui rend les résultats tout autres qu'on s'y est attendu ou que je les ai décrits.

Aussitôt que les symptômes tétaniques se manifestent dans les pattes de devant, il est temps d'observer les pattes de derrière, et l'on verra distinctement alors ce que j'ai rapporté dans les expériences.

Pour distinguer l'empoisonnement réel (s'il a eu lieu à un degré peu considérable) du mouvement de réflexion, qui hors du mouvement *tétanique* d'une des pattes de derriere (dans les dites expériences) se manifeste dans l'autre, on n'a qu'à frapper doucement sur la table où l'animal empoisonné a été couché. On verra aussitôt des vibrations dans la patte de derriére qui a été empoisonnée et non dans l'autre. Cette action de frapper sur la table cause un ébranlement (*commotio*) dans la substance grise; je m'en suis parfaitement convaincu par des expériences que je me propose de publier bientôt.

Je dois encore ajouter ici, *par rapport à l'expérience* XXVII (*a*) que malgré de fréquentes réitérations de cette expérience, en faisant un usage modéré de la *strychnine*, je n'ai pu découvrir le *tétanus* dans aucune des pattes de derrière (si la circulation du sang avait été détruite), plus haut que l'endroit où la moitié de la moëlle épinière auparavant opérée avait été tranchée.

(*a*) Lorsque une des moitiés de la moëlle épinière a été tranchée complètement dans la région de la deuxième, et l'autre moitié dans celle de la quatrième vertèbre.

Cependant le résultat est toujours tel que je l'ai décrit à la page 67, lorsqu'une moitié de la moëlle épinière avait été tranchée plus haut que l'endroit où la circulation du sang avait été détruite.

Ainsi ce que j'ai dit à la même page (67), savoir que l'effet de la *strychnine* se transmet encore directement de la partie antérieure de la moëlle épinière à la partie postérieure, n'est pas d'un grand intérêt dans cette expérience; car si les deux moitiés de la moëlle épinière sont parfaitement tranchées, et la circulation du sang détruite à l'endroit précis, les deux pattes de derrière ne seront point affectées de *tetanus*.

Cette explication ultérieure de l'expérience XXVII ne diminue en rien sa valeur physiologique, qui consiste en ce que, quoique les deux moitiés de la moëlle épinière aient été tranchées, le mouvement de réflexion ne s'en transmet pas moins de la partie antérieure du corps à la partie postérieure et en sens contraire.

De fréquentes répétitions des expériences XXXII et XXXIII, et les résultats de mes dernières recherches décrites ci-après dans le 2e supplément m'ont persuadé, que leur résultat n'était pas très-juste.

De toutes les expériences avec la *strychnine* décrites dans ce traité, les n°. I et XIII sont les plus faciles à faire, et les résultats s'en font remarquer

le plus aisément. Aussi sont-elles parfaitement suffisantes pour mettre hors de doute que les cordons antérieurs sont uniquement pour le mouvement, (*) et les cordons postérieurs uniquement pour le sentiment (**).

(*) Voyez sur ce sujet le 2e Supplément.

(**) J'ai répété les expériences décrites dans ce traité sous les n°. I, XXXVII, XL et XLVII, en présence de M. Schreuder van der Kolk et de plusieurs de ses auditeurs dans la salle des leçons anatomiques *d'Utrecht*. J'ai répété les expériences XXXVII, XL, XLIII et XLVII dans la salle du Musée de *Leyde*, en présence de M. M. G. Sandifort, J. van der Hoeven, Temminck, Schlegel, J. Sandifort, et d'un grand nombre d'étudiants. A *Zwolle* plusieurs de mes amis, ont assisté a une quantité des expériences décrites ci-dessus.

SECOND SUPPLÉMENT.

CONTENANT LES RECHERCHES QUE J'AI FAITES DERNIÈREMENT ET QUI N'ONT PAS ENCORE ÉTÉ PUBLIÉES.

J'ai soutenu dans mon premier traîté, à l'expérience XII, page 25, que le sentiment avait disparu de la partie postérieure du corps d'une grenouille, dès que les cordons postérieurs dans la région de la troisième vertèbre étaient entièrement tranchés. Dernièrement j'ai répété cette expérience, et j'ai trouvé que je me suis mépris; car *le sentiment reste encore dans les pattes de derrière, lorsqu'on a tranché les cordons postérieurs, si toute la substance grise n'avait pas été retranchée des cordons antérieurs à l'endroit où l'opération était faite.* Il y a plus, si une moitié de la moëlle épinière a été entièrement tranchée et seulement les cordons postérieurs de l'autre moitié, sans détruire dans celle-ci toute la substance grise, tellement qu'il ne reste de la moëlle épinière dans un certain endroit (dans la région de la troisième vertèbre) qu'un des cordons antérieurs, qui n'a pas été tranché, alors par ce cordon antérieur le sentiment effectif peut se communiquer au cerveau de l'animal, et le mouve-

ment de réflexion de la partie postérieure à la partie antérieure du corps, et vice versa.

Car si l'on pique fortement les pattes de derrière d'un animal ainsi traité, au bout de quelques minutes, l'animal donne de fortes marques de douleur, et si l'on fait cette piqûre aux pattes de derrière, après que la tête a été tranchée, alors il résulte du mouvement de réflexion dans les pattes de devant; mais si toute la substance grise est détruite en tranchant les cordons postérieurs, alors les cordons antérieurs ou l'un de ces cordons, (si par exemple une moitié entièrement tranchée,) n'était plus en état de transmettre le sentiment de la partie postérieure du corps à la partie antérieure.

Ce résultat confirme que c'est la substance grise seule qui communique le sentiment par le moyen de la moëlle épinière, ou au cerveau (sentiment réel) ou aux cordons antérieurs, (mouvement de réflexion) ou à ces deux ensemble, et que *la substance blanche antérieure est seulement destinée au mouvement;* mais on prouve aussi par là que je suis allé trop loin dans la séparation des substances gélatinosa et spongiosa.

Les signes de douleur que l'animal donne dans une forte piqûre des pattes de derrière, après que les cordons postérieurs (mais non pas la substance grise) ont été tranchés, sont quelquefois plus forts que ceux que l'animal fait paraître dans une semblable piqûre, quand les cordons antérieurs avaient été tranchés et non les cordons postérieurs. La

cause en est que, parce qu'on détruit en tranchant les cordons antérieurs trop de la substance grise ou presque toute, et qu'il n'y a pas assez de substance grise pour transmettre les impressions au cerveau et parceque dans la communication des impressions par les cordons postérieurs et la substance grise, la fonction des cordons antérieurs est nécessaire.

Outre cela, j'ai aussi tranché à quelques grenouilles toutes les racines antérieures de nerfs des pattes de derrière, et ensuite les cordons postérieurs, et néanmoins je découvris par une forte piqûre des pattes de derrière (par ex. avec l'acide sulfur. concentré), que l'animal sentait une vive douleur; nous voyons par là que c'est par la substance grise que l'irritation se communique au cerveau; parceqne par les racines postérieures, qui ne sont que pour le sentiment, l'impression se porte à la moëlle épinière, et de là par les cordons antérieurs au cerveau; et des cordons antérieurs la substance blanche n'est pas en état de le faire; ce doit donc être la substance grise.

La même chose que j'ai observée ici à l'égard des cordons antérieurs, le célèbre Magendie l'a aussi observée à l'égard des racines de nerfs antérieurs, qu'ils sont aussi bien pour le sentiment que pour le mouvement.

Malgrè ces observations ultérieures, la théorie de Bell reste dans certain point invariable.

Il est bien vrai que les cordons antérieurs de la moëlle épinière sont aussi bien pour le sentiment que pour le mouvement; mais il est prouvé que ces cordons sont pour le sentiment par la substance grise ; *sans cette substance, ils sont seulement pour le mouvement.* Les racines antérieures de nerfs sont pour le mouvement et pour le sentiment; mais MAGENDIE (*) a prouvé qu'ils servent pour ces deux fonctions par leur réunion avec les nerfs de sentiment; *sans cette réunion, ils ne sont que pour le mouvement.*

Maintenant il s'agit de savoir, par quel rapport avec les racines postérieures de nerfs, les racines antérieures possédent le sentiment, ou si cela a lieu, par la transition des fibrilles centrifuges (de mouvement) dans les fibrilles centripètes (de sentiment), comme CARUS (**), se fondant sur les recherches de VALENTIN, pense le prouver; ou par la substance grise qui se trouve entre les fibrilles de mouvement et celles de sentiment, après leur réunion, (directement ou indirectement, c'est-à-dire par le moyen du nerf sympathique), ou par l'effet que les fibrilles de nerfs de mouvement, quand elles sont irritées, en transmettant cette irritation aux muscles, exercent immédiatement sur les fibrilles de sentiment auxquelles ils sont liés.

(*) *Leçons sur le système nerveux*, 1839.
(**) *System der Physiologie*, Theil III, 1840.

L'opinion de Kronenberg (*) que, dès le commencement de la réunion des racines de sentiment avec les racines de mouvement, quelques fibrilles des racines de nerfs de sentiment se dirigent vers les racines de nerfs de mouvement et dans celles-ci reviennent vers la moëlle épinière est aisément refutée par l'expérience de Magendie, qui a tranché à un chien le tronc d'un nerf à quatre lignes de distance du point de réunion de la racine de nerf de sentiment et de mouvement, et alors tout le sentiment avait disparu de la racine antérieure de nerf.

L'opinion de Carus, à ce qu'il parait, pourrait facilement expliquer cette chose. J'ai beaucoup réflêchi là-dessus et cherché à pouvoir la prouver par l'expérience suivante.

Au commencement de la seconde section du deuxième traité j'ai décrit des expériences où je trouvai clairement, qu'une moitié de la moëlle épinière peut exercer son effet sur l'autre moitié, tranchée dans la région de la troisième vertèbre, si les racines postérieures de nerfs des deux moitiés, ou d'une moitié, sous les endroits qu'on a opérés, n'avaient pas été tranchées. Si au contraire elles avaient été coupées sur les deux moitiés, alors la patte de derrière, du côté où la moëlle épinière avait été tranchée, était entièrement paralysée. (Voyez expérience XXXIX, page 93, et la planche fig. VIII).

J'ai communiqué plus haut mon explication sur

(*) Müller's *Archiv*, 1839.

ce phénomène. Depuis que je connais la théorie de Carus je croyais que suivant cette théorie, lorsque les racines postérieures ne sont pas tranchées, cette paralysie ne peut avoir lieu, parceque les fibrilles centrifuges ne peuvent plus réagir directement sur la moëlle épinière par les fibrilles centripètes. Si l'on adopte aussi avec cela que tous les nerfs de sentiment agissent sur la peau et y passent, et que toutes les fibrilles centrifuges passent dans les muscles, on doit avoir le même résultat, si, au lieu de trancher toutes les racines de nerfs des cordons postérieurs, on enlève la peau qui reçoit toutes ces racines postérieures de fibrilles de nerfs.

Voici, ce que je fis; je tranchai dabord entièrement la moitié de la moëlle épinière dans la région de la troisième vertèbre à une grenouille; je lui arrachai ensuite toute la peau, excepté aux pattes de devant et à la tête. Outre cela, pour détruire les fibrilles centripètes nommées organiques, j'ai ouvert l'abdomen sur le côté et tranché toutes les branches du nerf sympathique qui se réunissent aux nerfs de la moëlle épinière. Mais le résultat de cette expérience ne répondit nullement à mon attente. L'animal agitait ses deux pattes de derrière, quoique dépouillées de la peau et qu'une moitié de la moëlle épiniére eût été tranchée.

S'il est prouvé maintenant que toutes les fibrilles centrifuges passent dans les centripètes, comme Carus le croit, il résulte de l'expérience que j'ai décrite ci-dessus, qu'un des faits suivants doit être

vrai; que, ou cette transition n'est pas la cause que les racines de mouvement possédent le sentiment et peuvent réagir sur ces racines de sentiment; ou qu'elle n'est pas cette cause seule; mais qu'il en existe une autre, ou si l'on peut prouver que la transition seule est la cause de l'effet réciproque des racines de mouvement et de sentiment, il est donc certain que toutes les fibrilles centripètes ne passent pas la peau, mais que beaucoup de fibrilles retournent vers la moëlle épiniére sans toucher la peau.

La réaction des fibrilles centrifuges sur les centripètes est entièrement hors de doute.

Il est aussi possible que cette réaction aît lieu par la transition des fibrilles centrifuges dans les centripètes; mais il est très-difficile de le prouver, il y a même des circonstances, qui offrent des difficultés pour le comprendre.

Quoique je n'aie pas ici occasion de développer toutes mes idées sur la théorie de Carus, je veux néanmoins y ajouter les réflexions suivantes.

1. Quant à son opinion sur le passage péréphérique des fibrilles centrifuges dans les centripètes, la découverte de Magendie — que, en tranchant une racine centripète de nerf, la racine centrifuge qui y est unie, perd son sentiment; — cette découverte, si elle pouvait servir de preuve à cette opinion, n'est pas toujours appliquable à tous les nerfs de la moëlle épinière, car j'ai démontré ci-dessus que le

dernier nerf des grenouilles *nervus coccygeus* (que j'ai nommé aùparavant *nervus pudendus*,) a quelquefois aussi bien une racine antérieure qu'une postérieure, et si c'est alors le cas, plusieurs muscles des orteils se meuvent par cette racine antérieure; tandis que la racine postérieure se termine dans la peau de l'anus.

Maintenant parceque tout le mouvement des orteils s'execute par le *nervus sacralis* (nommé auparavant *nervus ischiadicus*,) si le *nervus coccygeus* n'a qu'une racine postérieure, il est clair que plusieurs fibrilles centrifuges qui contribuent au mouvement des orteils, se réunissent tantôt à un nerf tantôt à un autre.

En conséquence, si ces fibrilles centrifuges passaient toujours dans les centripètes qui forment le *nervus coccygeus*, ce qui est bien possible, (quoique la distance soit incontestablement longue pour que les fibrilles centripètes dans ce cas atteignent les centrifuges, c'est-à-dire, des orteils jusqu'à l'anus,) alors toute la racine antérieure du *nervus sacralis* ne peut toujours perdre le sentiment, si la racine postérieure est coupée; car cette racine antérieure contient encore des fibrilles, dont les centripètes ne sont pas encore tranchées, c'est-a-dire celles du *nervus coccygeus*.

Il est impossible que cette expérience de Magendie puisse se faire comme il faut sur des grenouilles; et si elle s'accordait avec la théorie de Carus, il est encore moins possible, qu'on eût jamais dé-

couvert par de semblables expériences sur des grenouilles la différence, si les fibrilles centrifuges des muscles des orteils existent ou non dans la racine antérieure du *nervus sacralis.*

Mais puisque j'ai aussi découvert et décrit que la division des fibrilles de nerfs est très inégale dans différentes racines de nerfs, elle doit naturellement, suivant la théorie de Carus, avoir lieu avec d'autres nerfs, ce qui est démontré avec les deux derniers nerfs de la moëlle épinière d'une grenouille, c'est-à-dire que les fibrilles centrifuges passent d'un nerf dans les fibrilles centripètes d'un autre nerf.

Chez les animaux supérieurs, les chiens, les lapins etc: chez lesquels la même relation a sans doute lieu, quant à la division des fibrilles centrifuges et centripètes, il serait peut-être possible de découvrir, si en tranchant une des racines postérieures, il reste encore quelque sentiment dans la racine antérieure, parceque quelques fibrilles centrifuges passent de cette racine aux fibrilles centripètes d'une autre racine postérieure, qui n'a pas été tranchée. Et cela pourrait peut-être aussi donner occasion de savoir sûrement jusqu'à quel point la théorie de Carus à l'égard des bouts péréphériques des nerfs est juste ou non.

2. Il est suffisamment prouvé par mes expériences, que les fibrilles centripètes n'ont pas besoin d'atteindre au cerveau pour causer des douleurs à l'animal, car non seulement en tranchant les cordons postérieurs, les grenouilles conservent encore le sen-

timent réel dans les pattes de derrière, mais encore, si les deux moitiés de la moëlle épinière sont tranchées à deux endroits différents, nous avons vu que l'animal, lorsqu'on irrite ses pattes de derrière, donne des signes de douleur avec celles de devant.

Ces résultats contredisent cette partie de la théorie de Carus concernant les buts centraux des fibrilles de nerfs; car Carus pense que les fibrilles centripètes doivent conduire les impressions au cerveau et que les fibrilles centrifuges montrent la place où l'irritation est reçue par les fibrilles centripètes. Quelque ingenieuse que soit cette idée, elle est entiérement rejetée par mes expériences. On peut m'objecter que j'ai bien prouvé que l'animal, dont les cordons antérieurs et postérieurs étaient coupés, comme à l'expérience XLVII, sent des douleur, si l'on irrite une des pattes de derriére; mais que je n'ai pas indiqué *où* l'animal sent ces douleurs, si c'est dans la moëlle épiniére ou dans le cerveau, ou à l'endroit où l'irritation avait été faite aux pattes de derrière. Car seulement si ce dernier cas avait lieu, mes expériences pourraient être citées comme suffisantes pour combattre l'idée de Carus. Cependant il est hors de doute que l'animal opéré comme à l'expérience XLVII éprouve réellement des douleurs dans cette partie des pattes de derrière qu'on a irritée.

Tout mouvement que fait l'animal le prouve clairement; car si on le pince fortement avec des pincettes à la partie supérieure d'une des cuisses, comme

je l'ai fait dernièrement, alors les pattes de devant font souvent des efforts pour éloigner l'irritation (*).

Le réjaillissement de la sensation à l'endroit où l'irritasion est faite aux fibrilles centripètes à certain endroit du corps, s'effectuera vraisemblablement par les fibrilles centrifuges; mais le passage des fibrilles centripètes aux centrifuges dans le cerveau n'est absolument pas nécessaire. La substance grise, qui se trouve entre les deux sortes de fibrilles, est en état d'éffectuer ce réjaillissement, comme elle est le moyen de conduire le sentiment et d'occasionner le mouvement de réflexion.

La propriété du mouvement de réflexion qui est causée par la substance grise de la moëlle épinière, prouve suffisamment qu'elle donne lieu à ce réjaillissement; car sans cela, comment serait-il possible qu'une grenouille décapitée à qui on irrite une patte de derrière, agite l'autre patte justement à l'endroit où l'on a fait l'irritation, pour l'en éloigner. *Ce que la substance grise est en état de faire dans le mouvement de réflexion, elle peut aussi le faire dans le sentiment réel.* Aujourd'hui je suis entierement convaincu, que, s'il n'y a pas assez de substance grise pour causer du mouvement de réflexion, elle ne peut non plus donner lieu à du sentiment effec-

---

(*) Dans ce cas il ne faut pas faire cette irritation avec de l'acide sulphurique, parceque par là l'acide se communique facilement aux pattes de devant, et l'expérience ne réussit nullement.

tif ; cela est même prouvé par l'expérience décrite dans ce Supplément sur la communication du sentiment par la substance grise : Car si l'on avait tranché les cordons postérieurs dans la région de la 3ème vertèbre, néanmoins l'animal pouvait sentir l'irritation qui lui était communiquée dans les pattes de derriére, et le mouvement de réflexion était transmis de la partie postérieure du corps à l'antérieure et vice versa ; mais si l'on avait enlevé toute la substance grise des cordons antérieurs à l'endroit où l'on avait tranché les cordons postérieurs, l'animal ne sentait rien de l'irritation des pattes de derrière, et s'il était décapité, alors la communication du mouvement de réflexion d'une des parties postérieures de l'animal aux antérieures, était impossible.

3°. Ces faits concernant les fonctions de la moëlle épinière me font présumer, quant aux fonctions périphériques des nerfs, que c'est peut être aussi la substance grise qui fait que le sentiment se communique des fibrilles centripètes aux centrifuges. Car si dans la moëlle épinière les fibrilles centripètes exercent une telle influence sur les fibrilles centrifuges par le moyen de la substance grise, pourquoi les fibrilles centrifuges ne peuvent-elles pas exercer de l'influence sur les fibrilles centripètes dans les nerfs, par le moyen de la substance grise qui se trouve entre ces deux espèces de fibrilles ? d'autant plus qu'il est assez prouvé par mes expériences dans mes deux traités précédents, (*)

(*) Voyez 1r traité, page 33 (*e*) ; 2e traité, expérience XXX, page 70 et l'expérience L, page 109.

que dans la moëlle épinière quelques fibrilles centrifuges occasionnent l'action des autres fibrilles centrifuges par le moyen de la substance grise. Maintenant, si les fibrilles centrifuges ont de l'influence sur d'autres fibrilles centrifuges et produisent du mouvement, il est évident qu'il existe du sentiment, quand les fibrilles centrifuges communiquent leur influence aux centripètes.

Encore plus, si ce n'est pas la substance grise entre les fibrilles centripètes et centrifuges qui est cause que ces diverses fibrilles peuvent agir réciproquement les unes sur les autres, alors je ne sais pas encore, si les fibrilles même peuvent avoir de l'influence ou non les unes sur les autres, par la liaison étroite qui existe entre elles dans le plexus (*) et dans leur cours: L'expérience suivante parait prouver que les fibrilles centripètes exercent en quelque sorte une influence sur les fibrilles centrifuges sans l'intervention de la moëlle épinière. Si l'on touche avec un peu d'acide sulphurique concentré la peau de la patte d'une grenouille récemment coupée, alors

---

(*) J'ai bien prouvé, il est vrai, que des fibrilles de nerf de même sorte ne se communiquent pas dans le plexus les propriétés de sentiment et de mouvement; et quant aux nerfs de mouvement, Müller et Kronenberg l'ont positivement confirmé; mais on n'a pas encore pu prouver si les différentes fibrilles, c'est-à-dire celles de mouvement et de sentiment peuvent exercer réciproquement quelque influence les unes sur les autres, ou par le moyen de la substance grise ou par leur étroite réunion.

on remarque dans les muscles sous la peau un tremblement qui dure quelques moments. Ce tremblement ne pourrait-il pas résulter de ce que les fibrilles centripètes, avant qu'elles atteignent la moëlle épinière, communiquent en quelque manière l'irritation reçue aux fibrilles centrifuges?

Il est possible que ces dernières suppositions ne soient pas justes, et il est difficile de prouver clairement une de ces suppositions; mais Carus aura aussi de la peine à prouver sa théorie quant aux fonctions du passage périphérique des nerfs, car toutes les preuves qu'il avance à ce sujet sont aussi susceptibles d'une autre explication que celle qu'il leur donne; tandis que sa théorie à l'égard des fonctions et de l'utilité des passages centraux est combattue par mes expériences.

Toutefois, de tout ce que j'ai dit ci-dessus il parait que je suis allé trop loin en divisant et en déterminant les substances *gelatinosa* et *spongiosa*. Il est aussi possible que je suis allé trop loin dans mon explication des différentes expériences, que tous les nerfs de la moëlle épinière se terminent dans la substance grise, et que outre cela il existe une substance blanche antérieure et postérieure qui est seulement en rapport avec le cerveau et la moëlle épinière, et qui communique réciproquement les impressions de ces deux centres principaux.

Cette chose se trouve tout aussi bien expliquée depuis mes dérnières recherches conformes aux découvertes anatomiques de Valentin.

Les fibrilles centrifuges reçoivent leur force active de la substance grise et les fibrilles centripètes occasionnent l'activité de la substance grise.

Les fibrilles centripètes n'ont pas besoin de communiquer *directement* les impressions reçues au cerveau ni d'y effectuer le sentiment réel. *Chaque fibrille centripète transmet l'impression reçue à la première substance grise qu'elle rencontre.*

La substance grise communique l'irritation reçue par les fibrilles centripètes aux fibrilles centrifuges, (mouvement de réflexion ;) ou à la partie du cerveau susceptible de sentiment (sentiment réel ,) ou à tous les deux (mouvement de réflexion et sentiment réel).

La substance grise de la moëlle épinière opére directement sur le cerveau et vice-versa.

Les fibrilles centrifuges reçoivent leur force active de la substance grise du cerveau, ou de la substance grise de la moëlle épinière, ou de la substance grise des ganglions.

Pour obtenir du mouvement volontaire, il faut que le cerveau exerce directement sa force active sur les fibrilles centrifuges; mais néanmoins ces fibrilles ont besoin de l'influence continuelle de la substance grise de la moëlle épinière. Il m'est impossible d'expliquer d'une autre manière l'expérience XLVIII, page 104, (*) si je renonce à ma précédente théorie,

---

(*) Il est possible dans cette expérience, que les vibrations existent aussi bien par l'influence du cerveau que par le sang répandu sur les fibrilles centrifuges.

comme il parait ici (*).

Les fibrilles centrifuges conduisent l'action du cerveau et de la moëlle épinière aux muscles et en même temps ils irritent souvent par les fibrilles centripètes ces deux centres. De là résultent les mouvements de réflexion propre qui pour la plupart nous sont inconnus. En même temps que nous faisons quelques mouvements volontaires, il résulte plusieurs mouvements propres de réflexion qui sont en harmonie et en rapport avec ce mouvement volontaire. Car il faut peu de fibrilles centripètes pour mettre en. mouvement des milliers de fibrilles centrifuges par le moyen de la substance grise (**).

Il est vrai, nous ne connaissons pas tous les mouvements de réflexion propre ; mais nous devons remarquer que nous pouvons les connaître, et que par là nous sommes en état d'empêcher que ces

---

(*) On ne peut pas dire que le cerveau opère directement sur la substance grise de la moëlle épinière, et par cette substance *seule* indirectement sur les fibrilles centrifuges, car si c'étoit le cas, alors une grenouille devrait encore pouvoir faire des mouvements volontraires avec ses pattes de derrière, quand la substance blanche antérieure serait seule entièrement tranchée, et ce n'est pourtant pas le cas.

(**) De même par le moyen de cette substance peu de fibrilles centrifuges sont en état de mettre en action d'autres fibrilles centrifuges. — Mais nous avons vu plus haut que les fibrilles centrifuges d'une moitié de la moëlle épinière ne peuvent exercer de l'influence sur les fibrilles centrifuges de l'autre moitié sans l'intervention des fibrilles centripètes.

mouvements de réflexion propres ne perdent rien de leur propriété ; nos sens veillent également sur le mouvement de réflexion et sur celui de volonté.

La perfection et la propriété du mouvement de réflexion dépendent outre cela, non seulement de la nature innée de tout le systéme nerveux, principalement du rapport qui existe (directement ou indirectement) entre les fibrilles centrifuges et centripètes, et celles-ci avec celles-là (par le moyen de la substance grise), cette propriété et perfection s'accroissent aussi de plus en plus par l'exercice et l'habitude.

Dans les ganglions la substance grise reçoit aussi les impressions des fibrilles centripètes et les transmet aux centrifuges : et ainsi il résulte par les ganglions des nerfs organiques, du mouvement organique et du mouvement de réflexion organique, et par les *ganglia cerebro-spinalia* du mouvement automatique (de réflexion) et aussi du mouvement organique.

Si dans les ganglions il n'y a point de fibrilles centrifuges comme dans ceux des racines postérieures de la moëlle épinière, alors un très petit nombre de fibrilles centripètes peuvent transmettre les impressions à la substance grise, et celle-ci la communique à plusieurs ou à toutes les fibrilles qui sont rassemblées dans ces ganglions.

On voit ici la grande utilité des glanglions des racines postérieures ; ils sont présents pour rassembler les impressions, afin qu'il n'y ait aucune fibrille qui ne soit en contact avec la substance grise

et la superficie du corps ; afin qu'aucune impression communiquée au corps ne soit exclue du centre nerveux. En d'autres termes, afin qu'aucun point sur le corps ou sur sa surface ne soit insensible.

Ce qui arrive dans les ganglions où aucune fibrille centrifuge n'est présente, a aussi lieu dans les ganglions nommés organiques et dans ceux qu'on nomme *ganglia cerebro-spinalia*, quand l'irritation des fibrilles centripètes est si forte, que les fibrilles centrifuges des mêmes ganglions ne sont pas en état de réagir proprement, ni d'exiger la réaction des centres plus élevés. Alors les impressions reçues sont conduites à la moëlle épinière et au cerveau par les fibrilles centripètes de la manière décrite pour les *ganglia spinalia*.

Il est remarquable que la division anatomique des ganglions suivant Müller trouve ainsi entièrement son application physiologique.

La substance grise est le centre qui reçoit et transmet les impressions. Elle peut rendre avec toute sa force centrale ce qu'elle a reçu d'une fibrille de nerf; sa réaction est égale à l'irritation qu'elle a reçue ou qu'elle reçoit d'une ou de mille fibrilles. L'irritation d'une fibrille peut quelquefois être plus forte que celle de mille. Nous le voyons clairement sans qu'il soit nécessaire de l'expliquer. Un petit coup donné sur une grande superficie de notre corps, irrite moins qu'une piqure faite avec une fine pointe d'instrument.

Par là nous voyons la grande utilité de la substance grise. Elle est proprement le pouvoir actif de tout le système nerveux. Les fibres primitives existent seulement pour mettre en contact ce pouvoir actif avec toutes les parties du corps. La substance grise qui n'a pas besoin de tous ces milliers de nerfs pour être mise en activité ; une seule fibrille est en état de le faire : mais ces fibrilles sont nécessaires pour que cette irritation de toutes les parties du corps puisse avoir lieu, et pour que l'activité de la substance grise puisse agir sur toutes ces parties. En un mot, les nerfs ne sont autre chose que des conducteurs du pouvoir de la substance grise. On a opposé à cette opinion que, si les nerfs n'étaient pas des conducteurs, il serait impossible que les nerfs de mouvement, même après avoir été séparés de la moëlle épinière et du cerveau, pussent excercer du pouvoir sur les muscles. Ce pouvoir consiste, comme cela est connu, en ce que dans l'attouchement des nerfs, les muscles dans lesquels ils se terminent, se contractent, cela ne prouve rien. L'action de la substance grise est une irritation pour les fibrilles des nerfs, l'attouchement, le galvanisme etc. sont aussi de l'irritation pour les fibrilles de nerfs. Mais ces dernières irritations peuvent elles se comparer à la première ? C'est comme si l'on voulait comparer la propriété des vaissaux de se laisser remplir après la mort avec celle, qu'ils ont pendant la vie de laisser circuler le sang.

J'ajouterai quelques nouveaux résultats que j'ai découverts en répétant les expériences suivantes.

J'ai encore répété exactement l'expérience XXXI qu'on trouve décrite dans la seconde section du second traité, page 72; et il m'a paru que la cause pourquoi dans cette expérience la substance blanche postérieure transmet seule si difficilement et en si petite quantité le sentiment au cerveau, doit être attribuée à ce que les mouvements de réflexion réagissent sur presque toutes les impressions reçues, et à ce que la substance grise n'était plus là pour transmettre le sentiment.

Ce fait est des plus remarquables, nous voyons par là que tout ce que les cordons postérieurs effectuent, se fait par la substance grise. Cette expérience nous explique pourquoi nous ne sentons pas les changements ordinaires et les mouvements qui ont lieu dans l'intérieur de nos organes, et qui dépendent du système des ganglions organiques.

Dèsque la substance grise dans les ganglions est en état de réagir par les fibrilles centrifuges sur les impressions reçues par les fibrilles centripètes, nous ne découvrons rien, ni de l'impression, ni de la réaction qui en résulte; mais si les impressions sont extrêmement fortes, alors elles se communiquent dabord à la moëlle épinière et au cerveau par les fibrilles centripètes.

Si au contraire la substance grise dans les ganglions pouvait être directement en contact avec le cer-

veau, nous sentirions toutes les impressions qui se communiquent à ces ganglions.

La substance grise de la moëlle épinière est sans interruption en contact avec le cerveau, et c'est pourquoi nous sentons ou pouvons sentir toutes les impressions communiquées à la moëlle épinière. Si par cela toute la substance grise de la moëlle épinière dans un certain endroit est anéantie, alors il existe le même rapport entre le cerveau et cette partie de la moëlle épinière qui se trouve sous l'endroit opéré, qu'entre le cerveau et les ganglions.

J'ai répété l'expérience XLVII, page 100, voyez figure 9 et j'ai même remarqué du mouvement dans la patte droite de devant, en irritant la tête, non seulement si la racine postérieure de nerf de la patte gauche de devant avait été tranchèe, mais encore si la racine postérieure de nerf des deux pattes de devant avait été tranchée. Dans la suite j'examinerai plus exactement cet effet que je n'ai pas observé dans mon second traité. Il me parait aussi qu'il ne faut pas considérer que le mouvement dans les pattes de derrière résulte de l'irritation de la tête d'une grenouille ainsi opérée comme mouvement de réflexion, mais qu'il faut le regarder effectivement comme des mouvements volontaires.

En répétant plusieurs expériences, il m'est venu à l'idée de couper entièrement non seulement une moitié de la moëlle épinière, mais de prolonger

cette incision dans l'autre moitié à travers la ligne intermédiaire, de manière qu'une partie de l'autre moitié est aussi tranchée, comme on le voit à la figure 6 et cela ne changea rien au résultat. Si la coupure avait été faite seulement au bon endroit (dans la région de la troisième vertèbre,) alors l'animal ainsi préparé pouvait également mouvoir les deux pattes de derrière.

Tout ce Supplément était déja imprimé, lorsque je reçus le 4e et le 5e cahier *des Archives de* Müller, 1840, où se trouve une lettre de Marshall Hall à Müller sur le *vis nervosa Halleri*, et deux traités de Volkmann: *sur l'action motrice des nerfs de la tête et du cou;* et *les observations et réflexions sur les anastomoses des nerfs.*

Quant à la lettre de Marshall Hall, cet excellent auteur y cherche principalement à mieux prouver la justesse de sa théorie sur les nerfs *excito-motoriques* et *reflecto-motoriques.*

Chacun reconnaîtra sûrement ce que la science doit à l'auteur de la grande découverte du mouvement de réflexion, et je crois avoir donné à la page 52 du second traité, une petite preuve de la manière, dont je le fais: mais je dois faire observer avec toute la discrétion possible qu'on ne peut pas admettre la théorie concernant l'espèce particulière de nerfs excito-motoriques et reflecto-motoriques.

Mes observations et expériences combattent en-

tièrement cette théorie. Quoiqu'il en soit, il est prouvé que la substance blanche postérieure (les fibrilles centripètes) n'ont pas besoin d'atteindre au cerveau pour y causer du sentiment réel. Ces fibrilles communiquent l'impression à la substance grise, et celle-ci les transmet au cerveau. Mes expériences le prouvent clairement ; on n'a qu'à répéter l'expérience XLVII, ou celle qui est décrite dans ce Supplément, page 166.

On ne peut pas prétendre dans cette dernière expérience que la substance blanche antérieure contienne quelques fibrilles de sentiment et que par là le sentiment se transporte au cerveau, si les deux cordons postérieurs sont tranchés ; car, si cela était vrai, le sentiment devrait se communiquer si l'on enlève la substance grise des cordons antérieurs, et ceci n'a pas lieu.

Il n'est pas nécessaire que je répéte que les cordons postérieurs ne possèdent aucune fibrille de mouvement.

S'il est maintenant prouvé que les fibrilles centripètes servent à exciter le sentiment (soit sentiment réel ou de réflexion) et que les fibrilles centrifuges servent au mouvement (mouvement volontaire ou de réflexion,) et que sans la substance grise la communication du sentiment réel au cerveau et du sentiment de réflexion aux cordons antérieurs ne peut avoir lieu, pas plus que le cerveau ne peut exercer son influence sans la substance grise sur les fibrilles centrifuges.

Si cela est prouvé, je demande maintenant à quoi servent, outre les nerfs de mouvement et de sentiment, les nerfs excito-motoriques et reflecto-motoriques? Quoiqu'il en soit, c'est de la substance grise qu'il dépend, si l'irritation reçue se communique au cerveau ou aux fibrilles centrifuges.

La différence entre les ganglions et la moëlle épinière consiste en cela, comme je l'ai déjà dit ci-dessus, que *dans cette dernière la substance grise est directement en contact avec le cerveau;* au contraire, *les ganglions ne sont qu'indirectement en contact avec le cerveau* par les fibrilles de nerfs. C'est la raison pourquoi dans les ganglions qui renferment aussi bien les fibrilles centrifuges que les centripètes, les impressions ordinaires ne peuvent se sentir, et réagissent directement sur elles par les fibrilles centrifuges.

On peut convertir dans les grenouilles la moëlle épinière en ganglions. On en enlève à un certain endroit toute la substance grise, et on ne laisse que la substance blanche des cordons postérieurs en contact avec le cerveau, comme je l'ai fait à l'expérience XXIX, page 69. On pourrait aussi le faire en détruisant toute la substance grise, et en ne retranchant pas la substance blanche antérieure et postérieure; mais alors il faut enlever la substance grise dans une plus grande étendue, que comme je l'ai fait aux expériences XXX et L, page 71 et 107; parceque autrement quelques fibrilles centrifuges excitent seules l'action des autres fibrilles par la substance grise.

Si alors une irritation ordinaire et peu forte communiquée à un nerf quelconque de sentiment se fait sentir par le sentiment réel, cela dépend de l'état de la partie sensible du cerveau et du rapport où le cerveau est avec la substance grise dans la quelle passent dabord les fibrilles de sentiment qu'on a irritées, et par la quelle les fibrilles centrifuges sont en état de réagir sur l'impression reçue. Car le cerveau ne doit point être empêché par le sommeil ou une maladie quelconque de recevoir l'irritation; et la substance grise doit être, ou en rapport direct avec le cerveau, ou doit, s'il n'en est pas ainsi, ne pas perdre les impressions reçues par la réaction des fibrilles centrifuges.

Les ganglions des racines postérieures de la moëlle épinière ne sont pas directement en contact avec le cerveau, mais ils ne perdent non plus l'impression reçue par la réaction des fibrilles centrifuges; au contraire c'est en eux que les impressions se réunissent pour se transporter plus facilement à la moëlle épinière et au cerveau.

On voit clairement par là que nous ne sentons pas maintenant les impressions ordinaires qui sont communiquées aux nerfs de la vie organique.

Nous comprenons aussi à présent pourquoi nous n'apercevons pas les impressions ordinaires qui sont communiquées à la plupart et peut-être à toutes les fibrilles centrifuges du *nervus vagus*; car, comme il parait dans le traité de Volkmann, cité ci-dessus, toutes les fibrilles centrifuges aussi bien que les cen-

tripètes de ce nerf passent par les ganglions (*).

Les fibrilles de sentiment du *nervus vagus* ne sont donc pas une autre espèce de nerf qui mérite exclusivement, comme le veut MARSHALL HALL, le nom d'excito-motorique: Nullement; car la raison qu'ils donnent occasion au mouvement, sans que nous sentions l'irritation ordinaire qui leur est causée, *consiste en ceci; que, avant qu'ils atteignent la moëlle épinière, ils passent par un ganglion où se trouvent les fibrilles centrifuges qui peuvent directement réagir sur l'irritation reçue* (**).

Toutes les fibrilles de sentiment sont, si l'on veut, excito-motoriques; car après le sentiment, résulte le mouvement, comme je l'ai souvent démontré, et

---

(*) C'est encore une preuve que j'ajoute à celles que j'ai détaillées dans ma dissertation; *de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae* (1834) *que le nervus vagus doit être considéré comme un nerf qui est placé entre les nerfs de la vie animale et de la vie organique.*

(**) VOLKMANN croit avoir observé sur le nerf *glossopharyngeus* et sur le nerf *hypoglossus* une propriété en quelque sorte équivalente au *nervus vagus*, que les fibrilles centrifuges aussi bien que les centripètes passent le ganglion: mais les recherches à ce sujet ne me paraissent pas si déterminées que sur le *nervus vagus.*

MÜLLER a relevé par ce seul mot: »Reflexionsbewegung" (mouvement de réflexion) une erreur, que VOLKMANN a commise en citant l'opinion de M. HALL (voyez *Archives* 1840 p. 509).

l'on peut aussi nommer reflecto-motoriques toutes les fibrilles de mouvement, parceque le mouvement est toujours une conséquence du sentiment, soit que le sentiment aît lieu dans le ganglion ou dans la moëlle épinière, sans que l'animal s'en aperçoive, soit que le sentiment soit parvenu au cerveau, (*) et y occasionne de cette manière du mouvement volontaire: Il est indifférent quels noms on donne aux nerfs, *mais il n'y a qu'une sorte de fibrilles centrifuges et une sorte de fibrilles centripètes.* Ces deux espéces de fibrilles n'ont chacune qu'une fonction; les centripètes communiquent les impressions à la substance grise, et les centrifuges les reçoivent de cette substance.

La volonté n'a qu'une influence directe sur les fibrilles centrifuges, qui, après avoir quitté la moëlle épinière ou le cerveau, ne passent pas par les ganglions. Mais si cela arrive, la volonté n'a plus son influence directe sur ces fibrilles

Les observations de M. Hall sur le *vis nervosa Halleri*, sont très justes; mais celle que Haller a faite, que le *vis nervosa* n'a lieu que dans *une* direction de la moëlle épinière, doit être attribuée à cette circonstance, que l'irritation qu'il a faite dans la moëlle épinière était plus faible que celle de M. Hall, et qu'il n'a pas fait cette irritation

---

(*) Il est très vraisemblable que la partie sensible du cerveau rèside dans la substance grise comme l'irritation pour le mouvement en provient sans doute.

sur différentes parties de la moëlle épinière.

Dans les expériences que j'ai décrites pages 11, 12 et 16 note (1), et desquelles *je pensais* devoir décider que les nerfs se terminent dans la moëlle épinière, les irritations étaient aussi très légères. Dans une irritation assez violente, toutes les extrêmités se mettent en mouvement, tandis que l'observation de M. Hall est aussi très juste, que ces extrêmités qui se trouvent le plus près de la moëlle épinière irritée, se meuvent le plus fortement.

Le *vis nervosa Halleri* est alors une force *qui se communique par la substance grise.*

Le motif par lequel M. Hall combat l'opinion de Volkmann me parait très plausible; ce dernier croit que l'animal décapité peut encore exercer des mouvements *volontaires.* Voyez *Archives de* Müller, page 462, 1840.

J'ai vu avec plaisir que le célèbre M. Hall et moi sommes du même sentiment à ce sujet; car en 1833, dans le temps que la découverte du mouvement de réflexion m'était encore inconnue, je combattis l'opinion de Müller qui pensait comme Volkmann, de la même manière que M. Hall l'a fait dans ce cas. Voici mes propres expressions à ce sujet.

» Vix opus est, ut moneam, me haud assentiri Cl. J. Mullero, dicenti: »» Die Fische und Amphibien sind selbst nach dem Verluste des Gehirns und Kopfes noch einige Zeit der willkürlichen Bewegung fähig"" (Conf. Johann Müller, *Ueber die Metamorphose des Nervensystems.* Meckel's

Archiv 1828, pag. 15.) Accuratiori enim investigatione facillime invenimus, motum illum nullo modo voluntarium esse dicendum. — Secundum hance opinionem judicantibus etiam decapitatae muscae volatus, actio foret habenda arbitraria. Narrat GACHET (*Ann. des Sciences Naturelles*, Mars 1833 pag. 291), abscissam *Tritonis marmorati* caudam etiam per aliquod temporis intervallum regulatiter moveri. An hicce motus etiam a voluntate pendet? An etiam hujus motûs stimulus voluntas est? Omnis enim motus stimulo indiget; quinam hic stimulus sit, difficile discernitur, neutiquam tamen credo, voluntatem his in casibus stimulum esse."

MÜLLER depuis ce tems a changé d'idée, vraisemblablement à cause de mes preuves citées ci-dessus; au moins il s'en sert en partie pour prouver son opinion qu'il a changée. Il dit entr'autres » Bedenkt man aber, dass alle Stücke einer Zerschnittenen *Salamandra maculata* noch Reflexbewegungen zeigen, welche noch etwas vom Rückenmarke erhalten, so lässt sich diese Ansicht (von WHIJTT und VOLKMANN) schwerlich als durchgreifend festhalten (Voyez *de differentia*, pag. 75, MÜLLERS *Archiv* 1837 pag. CXXV).

J'espère maintenant que VOLKMANN sera entièrement convaincu et que cette opinion sur une chose si claire, deviendra unanime chez les physiologistes.

Dans le second traité de VOLKMANN, cité ci-dessus, cet auteur cherche à combattre la théorie de CARUS par quatre preuves.

J'avoue que quoique l'opinion de Volkmann me paraisse juste à plusieurs égards, je ne regarde pas dans touts les points les preuves qu'il avance comme incontestables pour rejeter définitivement la théorie de Carus, quoiqu'il paraisse par ce que j'ai dit ci-dessus, que je n'approuve nullement cette théorie. Mais je n'ai pas occasion de l'expliquer ici en détail; j'espère le faire une autre fois. — Je vois que Volkmann donne une tout autre signification que moi à l'expression de *sentiment de réflexion* dont je me suis servi le premier en 1838, et dont j'ai ensuite donné l'explication en 1839 (*). Il nomme sentiment de réflexion ce sentiment qui résulte d'une irritation des fibrilles centrifuges sur les centripètes. Je me sers du mot sentiment de réflexion, pour exprimer ce sentiment qui cause le mouvement de réflexion.

Le nom ne fait rien à la chose; mais si l'on exprime différentes propriétés avec les mêmes mots, il doit en résulter de la confusion et de l'obscurité pour les sciences. Le célébre auteur ne se fâchera pas de ce que je fais ces réflexions là-dessus.

Je crois d'ailleurs que le sens que je donne à cette

(*) Je vois avec plaisir que Carus fait aussi une différence entre les diverses sortes de sentiment. Il cite très à propos à ce sujet un endroit remarquable de Baco qui, avec sa perspicacité accoutumée, fait une distinction entre les mots *sensus* et *perceptio*, (Voyez Carus; *System der Physiologie*, volume 3me, page 6, 1840. Baco de Verulam, *de dignitate et augmentis scientiarum*, liber 4).

expression est plus juste et plus facile à comprendre ; car comme le mouvement de réflexion est un mouvement qui ne résulte pas de la volonté, c'est-à-dire qu'il ne provient pas des facultés spirituelles du cerveau, ainsi le sentiment de réflexion est un sentiment qui n'exerce pas directement son effet sur les facultés spirituelles du cerveau ; tandis que le contraire a lieu avec le mouvement volontaire et le sentiment réel. Le mouvement volontaire est dans cette proportion opposé au mouvement de réflexion, comme le sentiment réel et opposé à celui de réflexion. Comment donc Volkmann veut-il nommer et classifier ces quatre fonctions? Comment nomme-t-il cette propriété que possédent les fibrilles centripètes d'exciter les fibrilles centrifuges à exercer les mouvements par le moyen de la substance grise? Et maintenant, si l'irritation des fibrilles centripètes excitée par les centrifuges n'atteint pas les parties susceptibles du cerveau, mais donne lieu au mouvement de réflexion par le moyen de la substance grise, comment Volkmann nommera-t-il cet effet, et comment nommera-t-il cette irritation quand elle atteint le cerveau et que l'animal la sent? Quelle différence y a-t-il donc, suivant cet auteur, à l'égard des centres du système nerveux, entre le sentiment réel et celui de réflexion, comme il se sert de cette dernière expression. Je n'y en vois point.

Car on doit, à mon avis, considérer premièrement les propriétés des différentes fibrilles à l'égard de leurs centres, et déterminer quelles propriétés

elles communiquent aux centres et lesquelles elles en reçoivent. On nomme mouvement de volonté et de réflexion suivant les différentes manières dont ces mouvements résultent des centres ; je nomme sentiment réel et effectif, suivant la différente manière dont ils agissent sur les centres.

Je conviens que, comme VOLKMANN se sert du mot sentiment de réflexion, on marque clairement la circulation entre les fonctions des fibrilles centrifuges et centripètes ; mais dans le système nerveux organique, cette circulation a lieu sans aucune interruption, comme il était déja démontré avant que la dernière découverte de MAGENDIE sur les nerfs de mouvement eût été connue.

Les fibrilles centrifuges influent de diverses manières sur les muscles ; les centripètes reçoivent de différentes manières les impressions. Il importe qu'on examine ces différentes manières, qu'on les nomme et les classifie.

L'influence que le mouvement ou l'action des fibrilles centrifuges exerce sur le sentiment, (sur les centripètes,) doit se distinguer de l'influence qu'une irritation extérieure exerce directement sur les fibrilles centripètes, et à cet égard, VOLKMANN a parfaitement raison de donner un nom particulier au sentiment qui provient des fibrilles centrifuges. Le mot sentiment de réflexion, conviendrait peut-être ici, si nous n'étions pas déja convenus de donner le nom de mouvement de réflexion à un certain mouvement provenant de la moëlle épinière et du

cerveau, (par la substance grise,) sans l'influence de la volonté. Nous devons donc conserver exclusivement le nom de *sentiment de réflexion* pour un sentiment directement en rapport avec le *mouvement de réflexion*, tout comme nous nommons *sentiment organique* celui qui est en rapport direct avec le *mouvement organique*, et celui qui est en rapport direct avec le *mouvement de volonté* doit se nommer *sentiment effectif* (*).

Nous pourrions peut-être nommer *sentiment indirect*, ce sentiment que Volkmann nomme sentiment de réflexion, car réellement ce sentiment est non seulement excité indirectement, il semble même l'être d'une manière extraordinaire, s'il atteint la partie susceptible du cerveau, parceque nous sentons le mouvement accoutumé, comme je l'ai déjà démontré l'année passée, principalement par le changement de la direction de la peau et la partie du corps qui est en mouvement.

Nous ne sentons pas de la douleur par le mouvement, que lorsque ce mouvement est extraordinaire; par exemple dans une crampe. L'irritation est ici extraordinaire dans les muscles, dans les fibrilles centrifuges, et par là aussi dans les centripètes, tout comme elle l'est, si l'on coupe les fibrilles centrifuges, ainsi que dans l'expérience de Magendie.

(*) Pour être plus clair, on pourrait peut-être les nommer tous les deux *sentiment de l'ame* et *mouvement de l'ame*.

Les Observations que j'ai ajoutées dans ce Supplément, répandent une plus grande clarté sur les fonctions de la moëlle épinière.

Nous savons maintenant :

1°. Que la substance blanche antérieure des cordons antérieurs sert seule au mouvement.

2°. Que les cordons antérieurs avec leur substance grise servent aussi bien au sentiment qu'au mouvement.

3°. Que la substance blanche des cordons postérieurs est uniquement destinée pour le sentiment.

4°. Que les cordons postérieurs avec leur substance grise sont aussi destinés uniquement pour le sentiment.

5°. Que la substance blanche des cordons postérieurs n'a pas besoin d'atteindre au cerveau pour y communiquer les impressions reçues par les racines postérieures.

6°. Que la substance blanche seule des cordons postérieurs ne peut facilement transmettre le sentiment au cerveau.

7°. Que cela peut bien avoir lieu, si la substance grise est encore en contact avec la substance blanche des cordons postérieurs.

8°. Que la substance blanche antérieure sans substance grise, n'est pas en état de communiquer directement aux muscles par les racines antérieures les impressions volontaires ; qu'elle peut seulement provoquer les vibrations des muscles.

9°. Que les mêmes conditions qui sont nécessai-

res pour causer du sentiment réel, le sont aussi pour exciter le mouvement de réflexion, c'est-à-dire que comme le sentiment réel dépend des racines et des cordons postérieurs et de la substance grise, le sentiment de réflexion dépend aussi des mêmes parties.

10°. Que les mêmes conditions exigées pour communiquer au cerveau le sentiment réel par les cordons antérieurs sont aussi nécessaires pour transmettre le mouvement de réflexion par les mêmes cordons dans la direction de la moëlle épinière au cerveau : *ni l'un ni l'autre ne peuvent s'effectuer sans la substance grise.*

11°. Que par la substance grise les impressions se communiquent des cordons postérieurs aux antérieurs.

12°. Que par la substance grise les impressions se communiquent d'une fibrille centripète à l'autre.

13°. Que par la substance grise la même chose a lieu quant aux fibrilles centrifuges ; car peu de fibrilles de la substance blanche antérieure sont en état de transmettre par le moyen de la substance grise les impressions volontaires du cerveau presque à toutes les racines antérieures, qui tirent leur origine de la moëlle épinière sous ce peu de fibrilles.

14°. Qu'on doit considérer les fibrilles centripètes et centrifuges comme conducteurs, et la substance grise comme le centre actif du système nerveux.

Zwolle, *Decembre* 1840.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Les quinze premieres figures représentent les expériences faites sur les moëlles épinières de grenouilles qui n'étaient pas décapitées. — On doit donc s'imaginer que la moëlle épinière n'est pas séparée du cerveau, quoique ce dernier n'y soit pas réprésenté.

La figure 16 seule représente la moëlle épinière entièrement tranchée, et par conséquent pas en rapport avec le cerveau.

Figure 1.

Surface postérieure de la moëlle épinière. Les cordons postérieurs sont tranchés dans la 3me vertèbre (voyez premier traité, expérience XII, pag 25; 2me traité, expérience XIII pag 60, et second supplément, page 166.)

Figure 2.

Surface antérieure de la moëlle épinière. Les cordons antérieurs sont tranchés dans la même région, comme dans la figure 1 (voyez premier traité, page 22 expérience XI; 2me traité, expérience I pag. 54, second supplément, pag 167).

Figure 3.

Cordons postérieurs de la moëlle épiniére enlevés (voyez premier traité, expérience X, page 18, 2me traité, expérience XXII, pag 64).

Figure 4.

Cordons antérieurs de la moëlle épinière enlevés (voyez premier traité, expérience IX page 17, 2me traité, expérience X, pag. 59).

Figure 5.

Une moitié de la moëlle épinière tranchée jusqu'à la ligne intermédiaire dans la région de la 3me vertèbre (voyez 2me traité, expérience XXV et XXXVII pages 65 et 92).

Figure 6.

Une moitié et une partie de l'autre moitié de la moëlle épinière tranchées dans la région de la 3me vertèbre, tellement qu'à cet endroit une partie d'une des moitiés de la moëlle épinière est restée intacte, (voyez second supplément, page 187).

Figure 7.

Moitié de la moëlle épinière entièrement tranchée, et cordons postérieurs de l'autre moitié (voyez 2me traité pag. 62, et second supplément, page 167).

Figure 8.

Moitié de la moëlle épinière entièrement tranchée dans la région de la 3me vertèbre, et outre cela toutes les racines de nerfs postérieurs qui se trouvent sous la moëlle épinière opérée (voyez 2me traité page 93 expérience XXXIX, et comparez second supplement pag. 170 et 171.).

Figure 9.

Représente l'expérience XLVII souvent citée; une des moitiés de la moëlle épinière est tranchée au dessus du nerf de la patte de devant; l'autre moitié dans la région de la 4me vertèbre (voyez 2me traité, page 100, second supplément, pag. 175 et 186).

Figure 10.

Une moitié de la moëlle épinière est tranchée sous le nerf de la patte de devant; l'autre moitié dans la région de la 5me vertèbre (voyez 2me traité page 67, expérience XXVII).

Figure. 11.

Les deux moitiés de la moëlle épinière sont tranchées à peu de distance l'une de l'autre dans différents endroits (voyez 2me traité, expérience XXVIII, page 68).

Figure 12.

Moitié de la moëlle épinière presque entièrement enlevée, mais non jusqu'à la ligne intermédiaire, tellement qu'il est resté très peu de matière à l'autre moitié (voyez 2me traité pag 57).

Figure 13.

Moëlle épinière partagée dans la ligne intermédiaire, depuis la région de la 3ème vertèbre, (Voyez premier traité pag. 13).

Figure 14.

Moëlle épinière partagée comme à la figure 13 et dont on a enlevé les cordons postérieurs (Voyez premier traité pag. 19, 2me traité pag. 64, expérience XXIII).

Figure 15.

On ne voit à cette figure qu'un cordon antérieur avec ses nerfs; les trois autres cordons en sont enlevés. (Voyez premier traité pag. 20, 2me traité pag. 64, expérience XXIV).

Figure. 16.

Moëlle épinière entièrement tranchée dans la région de la troisiéme vertèbre: avec un bout de soie enfoncé dans le canal de la moëlle épinière, pour représenter l'expérience VI du premier traité. (Voyez premier traité pag. 15).

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

IX

X

XI

XII

XIII

XIV

XV

XVI

TRAITÉ ORIGINAL DE *KUERSCHNER*

SUR LA FONCTION

DES CORDONS ANTÉRIEURS ET POSTÉRIEURS

DE LA

MÖELLE ÉPINIÈRE

AVEC

MES OBSERVATIONS SUR CE TRAITÉ,

dans lequel cet auteur, sans connaître mon premier traité original sur la moëlle épinière, et sans avoir lu exactement l'extrait que HENLE *en a donné, cherche à inventer de meilleures expériences que celles que j'ai décrites dans ce premier traité.*

UEBER DIE

FUNCTION DER HINTEREN UND VORDEREN STRÄNGE DES RÜCKENMARKES,

VON

Dr. KUERSCHNER. (1)

Seit der Bell'sche Lehrsatz glücklich durch alle Zweifel hindurch gegangen ist, hat man sich viel mit der Frage beschäftigt, ob im Rückenmarke sensible und motorische Fasern eben so getrennt seien, wie die Wurzeln der Spinalnerven, und nur Primitivfasern derselben Gattung enhalten? Lebhaft war anfangs die Theilnahme, welche diese Frage erregte; indessen seit einer Reihe von Jahren ruhte sie ganz, was leicht begreiflich ist, wenn man erwägt, dass Müller *) selbst mehrfach erklärte: »sichere Experimente sind unmöglich anzustellen." In der neuesten Zeit lebte die Frage wieder auf, und mit ihr der alte Streit. Valentin **) wendet sich der Ansicht von Bellingheri ***) theilweise

*) Phys. I. p. 815.

**) De functionibus nervorum. p. 135.

***) De medulla spinali. Tur. 1823.

(1) Ce traité est entièrement pris du premier cahier des *Archives de* Müller de 1841, pag. 115—125, qui vient de paraître. v. D.

zu, ohne indessen die Function der grauen Substanz in Vermittelung der Empfindung zu setzen, und den Ursprung der hinteren Wurzeln von derselben zuzugeben. Van Deen †) und Dupré ††) dagegen haben sich wieder definitiv dafür ausgesprochen, dass die hinteren Stränge der Empfindung, die vorderen der Bewegung dienten.

Ohne die Versuche des letzteren genauer zu kennen, weshalb des Folgende vor der Hand nicht davon gilt, (2) muss ich bekennen, dass leider! alle Versuche bis jetzt ohne Resultat geblieben sind, und an den Experimenten selbst liegt allerdings das Misslingen. Alle älteren Experimente sind ungenau, weil man dieselben Prüfungsmittel, die man bei Zweifelhaften Nerven anwendet, auch bei dem Rückenmarke versuchte, wo sie natürlich wegen der centralen Eigenschaften dieses Gebildes fruchtlos blieben. Man hat Versuche angestellt, die hinteren und vorderen Stränge gesondert zu durchschneiden, um aus der Lähmung der Empfindung oder der Bewegung auf die Function der verletzten Theile einen Schluss ziehen zu können. Diese Versuche liefern nur Resultate, wo sich die Theile anatomisch streng trennen lassen, am Rückenmarke dagegen wäre es mehr als ein glücklicher Zufall, wenn es je einmal gelingen sollte, die vorderen oder hinteren Stränge vollständig ohne Verletzung nicht dazu gehöriger Fasern,

---

†) Schmidt's Jahrbücher. Jahrg. 1839 Septemberheft p. 278.

††) Archives générales de médecine 1840. Février. p. 252.

---

(2) C'est par cette citation que j'apprends que Dupré a aussi fait des recherches sur ce sujet, et a obtenu les mêmes résultats, que j'ai eus il y a deux ans. J'aurai occasion de les connaître; mais je ne comprends pas que Kuerschner n'aît pas été instruit de ces expériences avant d'écrire ce traité. v. D.

und ohne Zurücklassen dazu gehöriger zu zerstören (3). Die Function der verschiedenen Stränge liesse sich aber selbst dann, wegen noch möglicher Reflexionsbewegungen, niemals sicher angeben (4).

Bei Prüfung der gemischten Nerven wendet man ferner die Durchschneidung so an, dass man beachtet, ob der Schnitt Schmerzen oder Zuckungen oder beides erregt. Magendie*), dem wir dieses Verfahren, welches zu sehr brauchbaren Resultaten bei den Nerven führt, verdanken, hat dasselbe auch bei den hinteren und vorderen Strängen des Rückenmarkes angewendet, ohne nach eigenem Geständniss ein absolutes Resultat zu erhalten **). Müller giebt den Grund an, weshalb diese Versuche fruchtlos sind; es lässt sich nämlich nicht durch Schnitt auf die hinteren Stränge wirken, ohne die vorderen zu drücken, und umgekehrt, und wo man den Druck vermeiden könnte durch Hinwegnehmen der Wirbelkörper, kann Reizung der hinteren Stränge Reflexionserscheinungen erregen ***).

Allen älteren Versuchen lässt sich endlich noch ein anderer Vorwurf machen. Sie sind an nicht decapitirten Thieren angestellt, (5) wo der Erfolg, den ein angewandter Reiz

---

*) Journal de physiologie. III. p. 153.

**) Ibid p. 368.

***) Versuche der Art habe ich häufig angestellt, allein die leiseste Berührung der hinteren Stränge führte Krämpfe herbei.

---

(3) C'est une vérité que personne ne contredira; mais il n'a jamais été question de savoir où se terminent les différentes fibrilles de nerfs sur les côtés de la moëlle épinière; mais de savoir quelle est la fonction des cordons antérieurs et postérieurs. v. D.

(4) On peut bien éviter le mouvement de rèflexion comme je l'ai prouvé dans l'expérience XIII du premier traité. v. D.

(5) Mes expériences sont faites aussi bien sur la moëlle

hat, viel zu sehr von der Willkür des Thieres selbst abhängt, wenigstens bei den sensiblen Nerven. Wenn ein Frosch, oder noch mehr ein Säugethier, dem man den Rückenmarkskanal geöffnet hat, bei Reizung der hinteren Stränge unbedeutende oder keine Schmerzensäusserungen von sich giebt, so beweist dieses in keinem Falle, dass er nichts empfindet, und wenn er sich dabei bewegt, so kann die Bewegung rein willkürlich sein, in gar keinem Zusammenhang mit dem Reize selbst stehen. An den vorderen Strängen hat man zwar fast in allen Fällen, wo man sie reizte oder durchschnitt, Zuckungen gesehen, aber auch Schmerzensäusserungen waren nichts Ungewöhnliches. Die letzteren können in den sensiblen Nerven der Muskeln selbst ihren Grund haben, wie denn auch im normalen Leben Convulsionen in den meisten Fällen von sehr schmerzhaften Gefühlen in den Muskeln begleitet sind (6). Durch die Anwesenheit des Gehirnes wird die Unterscheidung auf diesem Wege also unmöglich gemacht, weil man durchaus nicht zu unterscheiden vermag, welchen Antheil an den Erscheinungen der Wille, das Reflexionsvermögen oder der unmittelbare Reiz selbst hat (7).

Diese Vorwürfe treffen auch die Versuche von van Deen, die ohnehin nur für einen sehr geringen Kreis von Aerzten

---

èpinière *entièrement tranchée*, que sur la moëlle épinière tranchée en partie, et par conséquent *aussi sur des animaux décapités*. Voyez premier traité, p. 15. v. D.

(6) Il parait que Kuerschner *a pensé*, en écrivant ces lignes, à la découverte de Magendie, concernant les douleurs en irritant les nerfs centrifuges. v. D.

(7) Dans mon second traité, qui a paru en 1839: j'ai fait observer clairement *par quels symptômes on peut distinguer dans les grenouilles les mouvements qui résultent des douleurs, de mouvement de réflexion*. Voyez ci-dessus pages 52, 65 note (*a*) et 92. v. D.

überzeugend sein werden, (8) da deren Wiederholung nicht ohne grosse Schwierigkeiten ist. Das Eigenthümliche dieser Versuche besteht darin, dass man die hinteren und vorderen Stränge zu isoliren sucht. Die Isolation geschieht durch ein feines zweischneidiges Messer, welches vertical mitten in die eine Seite des Rückenmarkes eingestossen, und durch die Mitte an der andern Seite in gleicher Höhe durchgeführt wird. Wird der Theil vor dem Messer gereizt, entstehen Zuckungen; Reizung der hinteren Stränge bringt keine Zuckungen hervor. Durchschneidung des vorderen Theiles des so in der Höhe des 3ten Wirbels gestrennten Rückenmarkes hat Lähmung der willkürlichen Bewegung, nicht der Reflexbewegung zur Folge; Durchschneidung der hinteren Stränge bedingt Verlust des Gefühles, während gleichfalls Reflexionserscheinungen fortdauern (9). Die Fortdauer der Reflexionsbewegungen in beiden Fällen lässt bei diesen Versuchen genug Zweifel gegen den ausgesprochenen Satz übrig (10). Indessen es lässt sich auch ein grosser Fortschritt in diesen Versuchen nicht verkennen, (11)

---

(8) C'est une assertion aussi peu fondée que la mienne est fondée, que les expériences qu'il propose sont, avec très-peu de variation, les mêmes que quelques unes de celles que j'ai faites et décrites dans le premier traité. v. D.

(9) Quoi? sont-ce là les seules expériences que j'aie faites en 1838? J'en ai décrit 17, et il ne parle que superficiellement de celles que j'ai considérées comme les moins décisives. Il garde le silence sur toutes les autres. Lorsqu'il a cité les expériences VI, IX, X, XIII—XVII, (voyez ci-dessus premier traité) il n'aurait pas pu écrire ce qui suit sur ce sujet. v. D.

(10) Les difficultés que Kuerschner fait ici contre ces expériences, *sont justement les mêmes que celles que j'ai développées dans la description de ces expériences et qui m'ont donné occasion d'inventer les expériences* XIII, XIV, XV, XVI, XVII (Voyez premier traité, page 27—31). v. D.

(11) Je dois ici remercier Kuerschner pour ce jugement favorable: mais je ne puis à mon tour lui faire un compli-

sie würden nämlich in einer gewissen Hinsicht völlig beweisend sein, wenn man ein excito-motorisches Nervensystem annehmen dürfte. Man wäre dann zu der Annahme berechtigt, dass Empfindungsfasern nur in den hintern: spontan-motorische nur in den vordern Strängen verliefen, während excitirende und reflectomotorische Fasern gemischt in den hinteren und vorderen Strängen vorkämen (12). Da die Voraussetzung weder durch Versuche zu beweisen, noch zu widerlegen ist, so müssen noch weitere Versuche gemacht werden nacht verändertem Plane.

Nach der Kenntniss der Reflexionserscheinungen lässt sich ein Verfahren angeben, bei welchem man überzeugende Resultate gewinnt um so mehr, da die einschlagenden Versuche durchaus keine Schwierigkeiten bieten, und von Jedem, der dieselben wiederholen will, angestellt werden können.

Wir müssen nach dem Vorausgegangenen das Rückenmark betrachten als Nervenstrang, in welchem eine Uebertragung von Reizen, die centripetale Nerven treffen, auf motorische möglich ist, und nach Entfernung des Gehirns nach den Gesetzen der Reizbarkeit erfolgt. In diesem Falle müssen Reize, welche auf die hinteren Stränge angewendet werden, eben so gut Bewegungen zur Folge haben, wie Reize, welche die vorderen Stränge treffen, was die Versuche an decapitirten und nicht decapitirten Thieren genügend erweisen. Man öffne bei einem sehr reizbaren decapitirten Frosche die Wirbelsäule, ohne die Nerven zu verletzen und das Rückenmark zu quetsehen, und reize, nachdem man sich überzeugt hat, dass von allen Hautstellen aus noch Bewegun-

---

ment; parceque je considére son ouvrage, comme une rétrogradation dans les sciences, surtout pour les savants qui le lisent sans connaître mes expériences. v. D.

(12) Je ne comprends absolument rien à cette conclusion. v.D.

gen in den vorhandenen unversehrten Muskeln erfolgen, die hinteren Stränge durch Berührung mit einer Nadel, mit einem Messer; mit galvanischen Reizmitteln, in allen Fällen wird man Bewegungen erhalten, so gut, als wenn man die vorderen Stränge gereizt hätte. Es handelt sich nur darum, Versuche so anzustellen, dass man entweder die Reflexionserscheinungen von denen, welche durch unmittelbare Reizung hervorgebracht werden, unterscheiden kann, oder die Reflexerscheinungen ganz vermeidet (13).

Das erstere, nämlich Versuche so anzustellen, dass man sicher sagen könne, was durch Reflexion und was durch unmittelbare Reizung hervorgebracht werde, ist nicht möglich. Man erhält Zuckungen, tetanische Erscheinungen und regelmässige Bewegungen, man mag die hinteren oder vorderen Stränge reizen, wie man alle diese Erfolge erzielen kann durch blosse Hautreize, was weiter oben auseinander gesetzt wurde (14). Allein es stellt sich doch ein sehr beachtungswerther Unterschied zwischen den vorderen und hinteren Strängen heraus.

Reizt man nämlich einen vorderen Strang einer Seite, so entstehen Zuckungen oder Bewegungen, durch die Muskeln derselben Seite hervorgebracht, deren Nerven unterhalb der Reizungsstelle vom Rückenmarke abgehen. Wird am dritten Wirbelbogen ein vorderer Strang mit einer Nabel gereizt, so zucken vorderen und hintere Extremität derselben Seite, wird die Reizungsstelle weiter hinten gewählt, treten nur Zuckun-

---

(13) Comme je l'ai fait dans l'expérience XIII du premier traité. v. D.

(14) Ceci n'est encore pas juste; Volkmann en 1838 a fait voir la différence qui existe entre les mouvements de réflexion, quand on irrite la peau ou les nerfs centripètes; et en 1839, j'ai décris la différence qui existe dans les mouvements de réflexion en irritant la moëlle épinière ou la peau. Voyez deuxieme traité, pag. 132. v. D.

gen in der untern Extremität ein. Nach van Deen soll Reizung der Mittellinie Bewegung in den Extremitäten beider Seiten hervorrufen. Die vordern Stränge verhalten sich daher ganz den Nerven analog (15).

Nicht so die hinteren Stränge. Bei grosser Reizbarkeit kann man diese Theile fast nicht berühren ohne Bewegungen in allen Extremitäten zu erhalten (16). Der Erfolg ist hier weder auf die gereizte Seite noch auf die gereizte Stelle beschränkt. Am besten sieht man dieses, wenn man die hinteren Stränge des untersten Theeles, von welchem keine Extremitätennerven mehr entspingen, berührt oder sticht. Hier erhält man Bewegung der hinteren Extremitäten, die nicht eintreten, wenn man die vorderen Stränge eben so behandelt (17). Der folgenden Versuche wegen hielt ich es für nöthig, dieses hier mitzutheilen.

Die zweite Frage, ob sich Versuche anstellen lassen, bei denen man die Reflexionserscheinungen ganz vermeidet, gewinnt daher mehr Bedeutung. Die Thatsache, dass einzelne Muskeln willkürlich bewegt werden können, und isollirte Empfindungen zum Bewusstsein kommen, zeigt, dass im Rückenmarke das Nervenprincip nach denselben Gesetzen geleitet wird, wie in den Nerven. Reflexionsbewegungen können daher nicht eintreten, wenn ich sogenannte sensible Nerven an der Durchschnittsfläche des Rückenmarkes reize (sie sind ja keiner centrifugalen Action fähig). Da ich bereits vielfältig Erfahrungen gemacht hatte, dass man nicht von allen Punkten der Durch-

---

(15) Comparez premier traité, p. 11 et 12. v. D.

(16) J'ai aussi fait des observations là-dessus, et la chose est telle que je l'ai décrite dans le premier traité, p 12 et p. 16 note (1). v. D.

(17) Ce n'est pas le cas; où le mouvement n'existe plus en irritant la partie inférieure des cordons antérieurs, il cesse aussi, quand on irrite dans la même région les cordons postérieurs. v. D.

schnittsfläche des Rückenmarkes an enthaupteten Thieren Bewegungen hervorrufen könnte, so unterzog ich mich mit dem grössten Interesse den nöthigen Versuchen.

Ich decapitirte (18) einen Frosch, so dass der Schnitt in die Nähe der Schulter fiel. Nachdem die Wirkungen der Operation vorüber, und alle Extremitäten an den Leib angezogen waren, der Torso sich überhaupt in einer Lage befand, von der ich wusste, dass sie unverändert beibehalten wird, machte ich mich an die Versuche. Der Rückenmarkskanal gab mir die Grenzlinie für die oberen und unteren Stränge wenigstens approximativ an. Zuerst fuhr ich mit einer Nadel leicht über die vorderen und hinteren Stränge hin, ohne irgend ein Resultat zu erhalten. Der vorderen Theil konnte durch den Schnitt gelitten haben, und ich musste daher tiefer eindringen. Bei den vorderen Strängen konnte ich die Nadel indessen kaum mit der Spitze einsenken, es traten auf der Stelle Zuckungen in den Muskeln der obern Extremitäten ein, und stärkere Verletzung rief auch Zuckungen in den hintern Extremitäten und dem Rumpfe hervor. Von den vorderen Strängen konnte es daher nicht zweifelhaft bleiben, sie sind motorisch. Nachdem der Frosch zur Ruhe gekommen war, und ich mich überzeugt hatte, dass noch Reflexionserscheinungen an den vorderen und hinteren Extremitäten möglich waren, versuchte ich die hinteren Stränge stärker zu verletzen. Vorsichtig senkte ich in einen Seitenstrang etwas über dem Rückenmarkskanale die Nadel ein, und schob sie eben so vorsichtig darin vorwärts, so dass sie $1\frac{1}{2}$ Linien und mehr eingedrungen war. Keine Zuckung, keine Bewegung erfolgte.

---

(18) Kuerschner décrit ici avec peu de variation la même expérience que j'ai faite. Il m'est impossible de comprendre qu'il eût eu l'imprudence de décrire ces expériences comme une nouvelle invention. Voyez premier traité pag. 13—16, expérience VI, la planche fig. XVI. v. D.

Vielfach habe ich diesen Versuch variirt, ich habe in den Rückenmarkskanal bei vielen Exemplaren die Spitze eines sehr scharfen Staarmessers eingeführt, und nachdem ich vorher die Rückenmarkshäute eine Strecke weit von den hintern Strängen entfernt hatte *), in der Mittellinie und zur Seite Einschnitte in die hinteren Stränge gemacht, indem ich auf das Sorgfältigste vermied, die vorderen Stränge zu zerren oder zu drücken, oder überhaupt zu berühren, und keine Bewegung oder Zuckung entstehen sehen, die gleich erfolgte sobald ich nur leicht die Spitze senkte und die vorderen Stränge berührte. Bei Eidechsen und Kaninchen habe ich ein gleiches Resultat unter ähnlicher Behandlung erfolgen sehen. Bei Kaninchen ist es indessen schwer zu experimentiren, und man kann nur junge Thiere dazu brauchen. Ich bin dabei auf folgende Weise zu Werke gegangen. Es wurde dem Thiere eine Ligatur um den Hals gelegt, schnell fast angezogen, und unmittelbar darauf durch einen Schnitt der Kopf vom Rumpfe getrennt. Die Blutung war unbedeutend, und es zeigten sich noch einige Zeit Reflexbewegungen. Hier konnte ich starke Nadeln einen Zoll weit in die hinteren Stränge einsenken, ohne eine Zukkung zu erhalten, dagegen die vorderen Stränge brauchte ich nur wenig zu verletzen, um ergiebige Zuckungen zu erregen.

Nächstdem habe ich verschiedene Reizmittel angewendet. Ich habe heiss gemachte Nadeln in die hinteren und vorderen Stränge bei Fröschen auf eine ganz gleiche Weise eingesenkt mit demselben Erfolge. Ebenso habe ich mich eines fein zugespitzten Stückes Höllenstein bedient, um chemische Reize anzuwenden; man darf dieses bei den hinteren Strängen indessen nicht in der Nähe der vorderen Stränge anwenden, weil sich der Reiz dann leicht wegen Auflöslichkeit des Mittels wei-

*) Dieses ist nöthig, um die vorderen Stränge nicht zu zerren bei diesem Versuche.

ter verbreitet. Auch der Galvanismus hat in seiner Anwendung keinen andern Erfolg (19).

So weit erweisen die Versuche, dass in den hinteren Strängen keine Fasern enthalten sind, welche Reize auf Muskelfasern übertragen, allein sie beweisen nicht, dass in den vorderen Strängen keine Fasern liegen, durch welche Empfindung vermittelt werden kann, sie machen es nur wahrscheinlich. Ist diese Frage aber einmal in den Bereich der Experimentalphysiologie gezogen, so muss auch ein strenger Beweis dafür geliefert werden, oder die Lösung ist als Problem zu betrachten (20).

Die Versuche zur Vervollständigung des Beweises sind indessen möglich, und die folgenden entsprechen vielleicht dem Zwecke. Reflexbewegungen kommen nur unter Mitwirkung der centripetalen Nerven zu Stande; denn schneidet man die hinteren Wurzeln der Schenkelnerven bei einem decapitirten, noch sehr reizbaren Frosche auf einer Seite durch, so hören die Bewegungen auf Hautreize in dem entsprechenden Schenkel auf (21). In dieser Voraussetzung wurde Fröschen das Rückgrath geöffnet (was man am besten vor der Decapitation thut, weil man sich dann am sichersten überzeugt, dass man keine Nerven verlezt hat, doch kann man auch zu einem vorläufigen Versuche das Rückenmark nach der Decapitation von der Durchschnittsstelle aus blosslegen, was sehr viel leichter ist), und nach der Oeffnung die Rückenmarkshäute über den hinteren Strängen durchschnitten und weggenommen, so weit es anging. Das letztere ist nöthig, wenn die Versuche gelin-

---

(19) Comparez premier traité p. 36 et la suite p. 221. v. D.

(20) Voyez premier traité p. 20. v. D.

(21) Mais cette supposition n'est pas juste. Comparez premier traité p. 29 expérience XIV, deuxième traité, expérience XLI. p. 96 *lign.* 23—26, et p. 121. v. D.

gen sollen. Vielfach angewandte Hautreize überzeugten mich, das die reflectirende Thätigkeit durch nichts gelitten hatte. Danach schritt ich zum Versuche, muss aber darauf aufmerksam machen, dass man erst das Präparat wieder vollständig zur Ruhe kommen lassen muss. Der Versuch bestand darin, dass ich eine Nadel in den Rückenmarkskanal leicht mit der Spitze einführte, und vorsichtig den Kanal etwa eine halbe Linie weit nach oben aufbrach, und dann links und rechts die hinteren Stränge mit der Nadel zerstörte, so weit gegen die vorderen Stränge hin, bis ich leise Zuckungen in den Muskeln der Halspartie und vorderen Extremitäten wahrnahm *). So zerstörte ich von oben Stelle für Stelle, bis ich über die Ursprünge der Nerven für die vorderen Extremitäten hinaus war. Durch Hautreize konnte man keine Bewegungen der vorderen Extremitäten hervorrufen, man mochte sie anwenden wie und wo man wollte (22). Vorsichtig wurde mit der Zerstörung der hinteren Stränge fortgefahren, und es hörten die Reflexionserscheinungen nun zunächst in den Muskeln des Rumpfes auf, und nachdem die hinteren Stränge auch an der Ursprungsstelle der hinteren Extremitätennerven zerstört waren, waren die Reflexionsbewegungen überall nich mehr zu erregen. Dagegen brachte Reizung der vorderen Stränge an

*) Es lässt sich keine bestimmte Grenze für diese Stelle angeben, doch fand ich, dass sie in allen Fällen ziemlich in gleicher Höhe lag.

(22) La raison en est, parcequ'il a détruit la substance grise dans les cordons antérieurs en enlevant les cordons postérieurs; et les symptomes s'accordent avec ce que j'ai démontré dans le second supplément, et dont on trouve déja une indication claire dans le premier traité. Voyez ci-dessus, page 166. Mes recherches en 1839 m'ont fait perdre de vue cette circonstance; mais en 1838 elle était déja indiquée. Voyez premier traité pag. 28. v. D.

dem Ursprunge der Schenkelnerven Zuckungen in den Schenkeln, Reizung derselben Stränge in der Mitte des Rückenmarkes Zuckungen und Bewegungen in den Rumpfmuskeln und Schenkeln hervor, und höher oben wurden durch Reizung der vorderen Stränge auch noch die Muskeln der vorderen Gliedmaassen convulsivisch erschüttert. Ich brauche wohl nicht zu bemerken, dass bei Zerstörung und Reizung der Stränge auf einer Seite, der Erfolg auch auf die verletzte Seite beschränkt blieb. In einer weit grösseren Ausdehnung beweisen diese Versuche deren ich eine ziemliche Anzahl vor mir habe, das, was sie beweisen sollen (23). Es gehört zu ihrer Wiederholung nur Geduld und eine feste sichere Hand. Jede zitternde Bewegung mit der Nadel trübt das Resultat, und störend kann ferner jede Erschütterung und Berührung des Präparates werden, welches ich daher immer auf eine Glastafel und eine ausserdem feststehende Unterlage auflegte (24).

Nicht um die Beweise für die ausgesprochene Ansicht noch mehr zu häufen, sondern lediglich in der Absicht, es Jedem, der die Mühe etwa scheuen sollte, diesen Versuch zu wiederholen, so leicht wie möglich zu machen, durch Autopsie zur Ueberzeugung bei diesem interessanten Gegenstande zu gelan-

---

(23) C'est en vérité à peu-près la même expérience que j'ai décrite dans le premier traité. Voyez ci-dessus p. 19 SURTOUT LIGN. 17, 18 ET 19. (Dans la fig. III qui représente cette expérienee on a ôté trop des cordons postérieurs). v. D.

(24) Pourrait-on maintenant répéter cette expérience plus facilement que les miennes, et n'est-elle pas réellement, à quelque différence près, la même que KUERSCHNER a décrite ci-dessus? Est-elle plus définitive que les expériences XIII et XV du premier traité? Je laisse au lecteur le soin de faire des observations à ce sujet. Je le répète, KUESCHNER a (sans le dire,) confirmé quelques unes de mes expériences, mais n'y a rien ajouté de nouveau. Que l'on compare ce que j'ai dit dans le premier traité, page 20 sur les expériences IX et X: cela s'accorde également avec cette expérience de KUERSCHNER. v. D.

gen, mag folgender Versuch hier noch eine Stelle finden. Das Verfahren dabei gründet sich auf eine Beobachtung von M. Hall, die ich vielfach bestätigt gefunden habe, dass das Reflexionsvermögen früher in dem Rückenmarke erlischt, als die Reizbarkeit der Muskeln und Nerven. Bei Fröschen und Eidechsen, die schon Stunden lang (doch nur im Herbste dauert die Reizbarkeit so lange) keine Reflexionsbewegungen mehr zeigten, kann man durch Reize, die man unmittelbar auf das Rückenmark anwendet, noch Bewegungen und Zuckungen erhalten. Man nehme eine Nadel und stosse sie bei einem solchen anscheinend leblosen Frosche tief in den Rückenmarkskanal herein, und die Schenkel werden nach hinten ausgestreekt und Zuckungen zeigen sich an den Muskeln derselben noch eine längere Zeit. Bei einem decapitirten Frosche, an welchem man das Rückenmark blossgelegt hat, warte man diesen Zeitpunkt ab. Durch einen Tropfen Schwefelsäure, den man an die Haut des Unterleibes, oder in die Achselhöhle, an irgend eine sehr empfindliche Stelle bringt, überzeuge man sich von dem erfolgten Erlöschen der exico-motorischen Kraft des Rückenmarkes. Nachdem dieses erfolgt ist, kann man die hintern Stränge nun an jeder Stelle ihres Verlaufes reizen, von der Oberfläche aus stechen, berühren, cauterisiren, galvanisiren, und es tritt weder eine Zuckung noch irgend eine Bewegung ein, nur drücken und zerren darf man sie nicht. Am besten senkt man eine Nadel, indem man sie leicht zwisehen dem Daumen und Zeigefinger dreht, in die hinteren Stränge ein, Zuckungen entstehen nur, wenn man über die Mitte des Rückenmarkes hinaus die Spitze eingesenkt hat, wie überhaupt schon eine leichte Berührung, wenn mann den rechten Zeitpunkt getroffen hat, an den vorderen Strängen Bewegungen und Zuckungen in den Theilen, deren Nerven unterhalb der Reizungststelle liegen, zur Folge hat (25)

(25) Voyez premier traité p. 13—17. v. D.

Wohl glaube ich, dass diese Versuche zu dem Schlusse berechtigen: dass die hinteren Stränge des Rückenmarkes bloss sensible, die vorderen bloss motorische Nerven enthalten.

Maintenant le lecteur a tout le traité de KUERSCHNER, réuni à celui que j'ai donné en 1838. Qu'il aît la bonté de les comparer et de juger. —

Seulement dans le résultat obtenu par le galvanisme, KUERSCHNER n'est pas d'accord avec moi; car il n'a vu par le galvanisme des cordons postérieurs d'une grenouille décapitée, aucun mouvement de muscles dans les pattes de derrière. J'ai prétendu le contraire dans mon traité, (voyez ci-dessus, page 36,) et je le prétends encore.

Quoique il paraisse que KUERSCHNER n'attribue pas dans ses expériences beaucoup d'importance au galvanisme; car il n'en parle qu'en passant (*); il pourrait cependant trouver un appui dans les expériences que L. A. LONGET a faites avec le galvanisme, et dont les résultats ont été présentés à l'Académie des sciences de Paris le 28 Décembre 1840 (**). Mais je n'approuve pas ces expériences de LONGET, aussi peu que celles par lesquelles il pense avoir combattu

---

(*) Il dit seulement: » *auch der Galvanismus hat in seiner Anwendung keinen anderen Erfolg.*" (Voyez ci-dessus p. 217).

(**) Les *Notices de Froriep.* Jan. 1841. No. 4. *Gaz. med. de Paris.* 1841. No. 1.

la théorie de MAGENDIE (confirmée par KRONENBERG): que l'irritation appliquée aux fibrilles centrifuges peut se communiquer aux centripètes. Je n'ai pas ici occasion de développer touts mes arguments contre les expériences de LONGET, mais j'espère le faire promptement dans un traité particulier.

Je ne décrirai ici qu'une expérience par laquelle ce que LONGET prétend est *entièrement combattu:* que le galvanisme ne se communique pas par la substance grise des fibrilles centripètes aux centrifuges, et qu'elle y cause le mouvement de réflexion. LONGET *n'aura rien à opposer à cette expérience, quoiqu'elle aît été faite sur une grenouille.*

Si l'on ouvre à une grenouille décapitée la colonne vertébrale par devant, (de la manière décrite dans le premier traité), si l'on coupe toutes les racines de nerfs antérieurs d'une des pattes de derrière, (par exemple de la gauche,) si l'on met un morceau de verre très-mince sous les racines postérieures de cette patte gauche de derrière, et qu'on applique le galvanisme sur ces fibrilles centripètes de nerfs isolées, (avec cette prudence dont MÜLLER fait si justement mention en critiquant les expériences galvaniques de SEUBERT, (*)) on obtiendra le résultat suivant fort remarquable. *Il se manifestera des mouvements dans les pattes de devant et dans la patte droite de derrière*, mais non *dans la gauche, quoiqu'elle soit encore unie à la moëlle épinière par les racines de nerfs postérieures.*

(*) *La physiologie de* MÜLLER 3me edition p. 657.

On voit clairement par là que le galvanisme se communique par la substance grise des fibrilles centripètes aux centrifuges.

J'ai répété cette expérience de différentes manières sur une quantité de grenouilles (*) et toujours avec le même résultat, lorsque j'ai agi avec toute la prudence nécessaire.

Il me serait agréable si Longet voulait aussi répéter ces expériences. Je ne crains pas qu'après un mûr examen, il prétende qu'on ne peut pas appliquer ce résultat obtenu, sur la moëlle épinière des animaux supérieurs : car il est vrai, le mouvement de réflexion est plus fort dans les grenouilles, que dans les animaux supérieurs ; mais il existe cependant aussi dans ces derniers (**). L'expérience que j'ai décrite ici est simple, facile à répéter, et le résultat en est très-evident. Celle de Longet est difficile et le résultat en est très-incertain. — Il a tranché entièrement la moëlle épinière de *grands chiens* dans la région des reins, et ensuite galvanisé la partie céphalique et périphèrique en divers endroits de la surface tranchée. En galvanisant les cordons postérieurs de la partie céphalique, l'animal manifeste des douleurs par le mouvement et ses cris. — Je demande maintenant, ces cris ne peuvent-ils pas

---

(*) Ces expériences ont été faites sur des grenouilles que j'ai gardées chez moi tout l'hiver depuis les premiers jours du mois de Novembre, et qui sont aussi animées qu'elles le sont en été.

(**) Voyez deuxième traité p. 91.

être du mouvement de réflexion? Ou l'animal ne peut-il crier à cause de la douleur de mouvement impropre (crampe,) occasionnée dans la patte de devant? Dans ce cas ne pourrait-ce pas être aussi du mouvement de réflexion réuni à de la douleur? L'état d'un semblable animal était-il tel, qu'on pût observer la différence entre le mouvement de réflexion et de volonté? Cette expérience de Longet ne peut pas prouver ce qu'il avance, tandis que la mienne démontre le contraire.

Quant à ce que Longet dit sur les cordons lateraux de la moëlle épinière, je prie de consulter mon expérience décrite à la page 187 et dessinée à la figure VI.

Enfin j'ajouterai encore ici, que je ne comprends pas que Longet préfère les expériences faites sur des animaux supérieurs à celles qu'on peut faire sur des grenouilles. Je comprends encore moins la preuve qu'il donne à ce sujet, en citant un résultat de J. Müller, que cet auteur à justement avancé du contraire, pour prouver qu'il vaut mieux faire des expériences sur des grenouilles que sur des animaux supérieurs. Mais rien ne m'a plus surpris, qu'en voyant que Longet critique des expériences que je n'ai jamais faites. Suivant cet auteur, jaurais fait des expériences en tranchant la moëlle épinière à des animaux supérieurs!! Où Longet a-t-il lu cela?

ERRATA.

Pag.	3	lign.	18	Physiologues	*lisez*	Physiologistes.
»	18	»	22	un entre les deux	*lisez*	entre les deux un.
»	22	»	20	de ses pattes	*lisez*	sur ses pattes
»	25	note	(1)	l'expine	»	l'epine
»	35	lign.	12	quand	»	quant
»	44	»	12	l'une	»	l'un
»	49	»	8	à la propriété des nerfs de sentiment	*lisez*	à une espèce particulière de nerfs
»	69	»	8	gelatinosa	*lisez*	spongiosa
»	79	»	6	les cordons antérieurs	*lisez*	les deux cordons antérieurs
»	84	»	9	ou	*lisez*	et
»	104	»	15	LXVIII	»	XLVIII
»	113	»	19	transdorter	»	transporter
»	144	»	17	offre	»	offre *le mieux*
»	184	»	15	des conducteurs,	*lisez*	que des conducteurs,